

欧特克工程建设行业 中国客户成功案例 2015

Contents 概览



北京市建筑设计研究院有限公司

4 数字科技助力本土设计创新
——凤凰中心设计解析



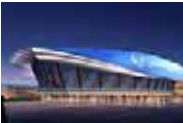
第二炮兵工程设计研究院

8 一轮美丽明亮的海湾月亮
月亮湾培训中心BIM设计与全生命周期
BIM应用研究



广州华森建筑与工程设计顾问有限公司
中建三局集团有限公司

14 BIM铸造佛山新高度
佛山苏宁广场的BIM设计施工一体化应用



南京建工集团有限公司

20 展翅翱翔 激扬的青春与活力
——南京青奥体育公园市级体育中心项目
中的BIM技术应用



上海宝冶集团有限公司

24 BIM技术改变传统钢厂施工过程
——越南河静钢厂项目BIM技术应用



上海建工一建集团有限公司

30 信息化绿色施工
——苏州国际财富广场施工BIM数字应用



上海市隧道工程轨道交通设计研究院

34 数字化地铁
——上海轨道交通12号线西段项目中的BIM技术应用



水利部新疆维吾尔自治区水利水电勘测设计研究院

38 阿尔塔什水利枢纽工程中的BIM技术应用



云南省城市建设投资集团有限公司

42 节点法项目管理中BIM的组织与实施
——昆明滇池国际会展中心节点法项目管理BIM应用



中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司

46 云技术时代的水电工程建设
——BIM技术应用于金沙江观音岩水电站建设



中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司

50 重庆神华万州电厂新建工程
——打造新一代数字化电站



中国航空规划建设发展有限公司

54 鲁家山生物质能源项目
欧特克软件助力打造数字工业建设领航者



中国建筑第二工程局有限公司

58 BIM技术在上海金山万达广场项目中的应用



中国建筑西南设计研究院有限公司
中国建筑第八工程局有限公司西南分公司

62 天府地标，翱翔云端
ICON云端项目BIM应用



中国联合工程公司

66 杭州来福士广场项目中的BIM应用天人合一
——人文建筑与自然景观的完美融合



中建海峡建设发展有限公司

70 汇聚四海，润泽八方
BIM技术在福州海峡奥林匹克体育中心项目中的应用



中建三局集团有限公司

74 筑梦云端，圆梦津门
BIM技术在天津117大厦项目工程总承包管理中的应用



中建一局集团建设发展有限公司
北京市住宅建筑设计研究院有限公司

78 像造汽车一样造房子
BIM在长阳天地产业化住宅的全生命周期应用



中南建筑设计院股份有限公司

82 古建修缮 BIM添动力
——上海玉佛禅寺修缮与改扩建工程



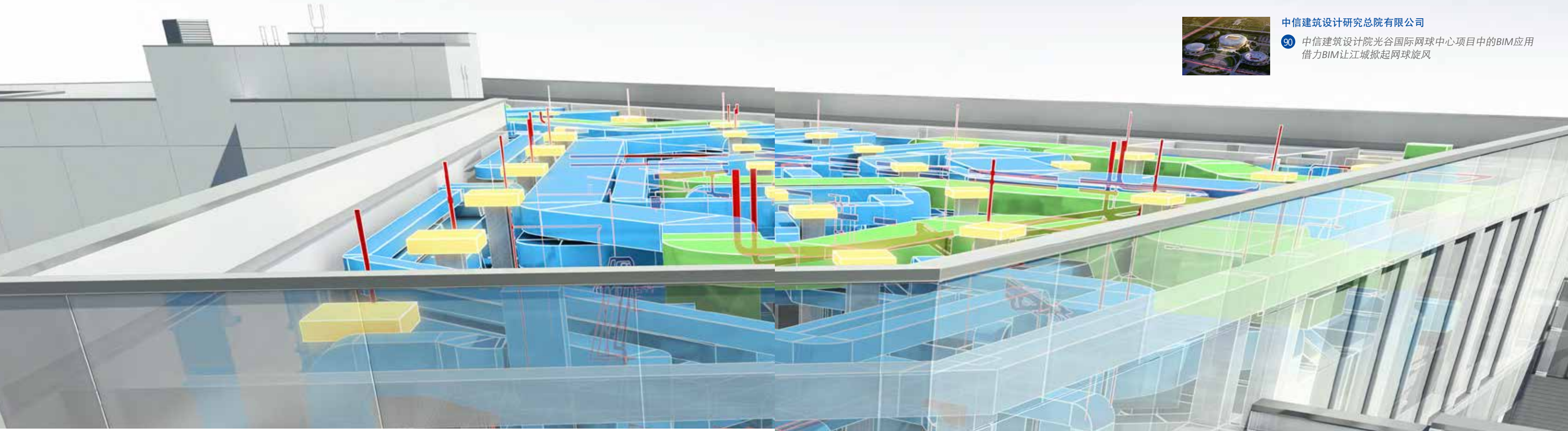
中铁建工集团有限公司

86 兰州中心 城市中心
——兰州中心项目中的BIM技术应用



中信建筑设计研究总院有限公司

90 中信建筑设计院光谷国际网球中心项目中的BIM应用
借力BIM让江城掀起网球旋风



公司名称
北京市建筑设计研究院有限公司

项目地址
中国，北京

应用软件
Autodesk® Revit®
Autodesk® Ecotect® Analysis
Autodesk® Vasari

数字改变生活，数字改变建筑。它不但在设计成果的表达上达到了空前的水平，更重要的是它改变了传统的设计思维。为建筑在美学控制、产品加工与建造方面提供了前所未有的可能。数字让建筑走向高科技时代。它为发展中的中国建筑，提供了一次难得的进步机会。数字不只是一种建筑时尚，而更是一种态度，一种思维的进步。

—邵韦平
执行总建筑师
北京市建筑设计研究院有限公司

数字科技助力本土设计创新

——凤凰中心设计解析



图1 凤凰中心全景图

北京市建筑设计研究院有限公司（以下简称BIAD），是与共和国同龄的大型国有建筑设计咨询机构。业务范围包括：城市规划、投资策划、大型公共建筑设计、民用建筑设计、室内装饰设计、园林景观设计、建筑智能化系统工程、工程概预算编制、工程监理、工程总承包等领域。BIAD自成立以来的60年中，始终致力于向社会提供高品质的设计服务，在行业中享有极高声誉，并逐渐形成了“建筑服务社会”的企业核心理念。

北京市建筑设计研究院有限公司（以下简称BIAD），是与共和国同龄的大型国有建筑设计咨询机构。业务范围包括：城市规划、投资策划、大型公共建筑设计、民用建筑设计、室内装饰设计、园林景观设计、建筑智能化系统工程、工程概预算编制、工程监理、工程总承包等领域。目前，公司具备了以下资质：工程设计行业甲级、城乡规划设计甲级、工程咨询甲级、工程造价咨询甲级、旅游规划设计甲级、风景园林工程设计甲级、环境工程（物理污染防治工程）甲级。

项目概况

凤凰中心项目位于北京朝阳公园西南角，占地面积1.8公顷，总建筑面积7.2万平方米，建筑高度55米。除媒体办公和演播制作功能之外，建筑安排了大量对公众开放的互动体验空间，以体现凤凰传媒独特的开放经营理念。建筑的整体设计逻辑是用一个具有生态功能的外壳将具有独立维护使用的空间包裹在里面，体现了楼中楼的概念，两者之间形成许多共享形公共空间。在东西两个共享空间内，设置了连续的台阶、景观平台、空中环廊和通天的自动扶梯，使得整个建筑充满着动感和活力。此外，建筑造型取意于“莫比乌斯环”，这一造型与不规则的道路方向、转角以及和朝阳公园形成和谐的关系。

建筑由两座单体建筑和一个极富表现力的外壳组成，两座单体建筑分别为媒体办公主楼和演播楼。流线型的外壳带给了建筑流畅动人的空间，被莫比乌斯环所环绕的凤凰广场是建筑体量的核心，它被巨大而飞舞的钢结构围合，连接着西侧的城市主干路与东侧的朝阳公园湖滨

奥特克是我们重要的伙伴，在过去十余年间，奥特克在中国的积极推广使得BIM理念深入人心，我院的设计团队也因此获益匪浅，凤凰中心之所以走上BIM之路，与奥特克前期对BIM的推广和宣传有着很大的联系，Autodesk Revit产品优势在于它很强的系统性，也很成熟完善，对建立模型的效率有了很大的帮助。最大限度的提高了我们的工作效率。作为保障性基础软件在我们的BIM实践中发挥重要作用。另外在包括气流分析、日照模拟等特殊领域软件也离不开奥特克软件的支持。

—邵韦平
执行总建筑师
北京市建筑设计研究院有限公司

绿地，是一处可向公众开放的公共空间。而一条由地面至空中，环绕贯穿于建筑内部的公众体验流线，真正实现了凤凰国际传媒中心在建筑空间上的丰富与开放。公众可从拱桥拾级而上，到达演播楼二层的开放平台，由开放平台回望西中庭，它被流畅交错的钢结构包裹，形成了既恢弘又动感的空间氛围，它同时紧邻城市干道，使通透、高大、变幻的室内空间展现在城市人群面前。沿二层平台向东，参观1200㎡演播制作大厅之后，公众可到达演播楼楼顶的休憩空间，巨大的平台被钢结构和坡起的体量环绕，创造出宽敞的休闲空间。随后沿平台走向紧邻朝阳公园湖面的东中庭，它既是两座主楼重要的交通联系、极佳的观景点，更是凤凰开放的公共体验空间中建筑艺术表现力的高潮。盘桓蜿蜒的环形坡道连接着入口大厅，而通天扶梯则直达办公楼顶层。办公楼顶层是建筑的制高点，也是一处风景绝佳的眺望场所，向南可遥望CBD壮阔的城市景观，向北可俯瞰朝阳公园的开阔湖面与成荫绿林。贯穿建筑的整条公共流线上下行在莫比乌斯的环状空间中，展现了一个“创新、开放、融合”的媒体所应具有的建筑精神。



图2凤凰中心营造丰富的室内空间



图3凤凰中心与环境协调融合

项目难点

由于独特的创意构思，建筑具有了复杂的三维形体，这为建筑的深化设计和施工提出了严峻的挑战。随着大量前所未有技术难题的涌现，传统的建筑设计方法与设计工具已经不足以应对复杂形体的深化控制。

解决方案

本项目开创性的大量运用了三维数字化技术，是国内首次运用三维数字技术进行全面的、大规模建筑实践的案例。三维技术应用在概念方案深化，建筑体型逻辑加工，结构设计，表皮构造设计等方面，同时利用建筑信息模型以及参数化编程控制技术生成了无法逐一绘制的技术信息，完成了常规技术无法实现的设计成果。三维数字技术的运用实现了设计成果的矢量化与精确化，并且进行智能化的调整和修正，优化了工程的生产、建造与运行工序。

高精度数字软件支持

数字技术的价值在建筑设计创作中的体现，是提供一个探讨有效的、设计控制方法的平台，

将复杂形体建筑超越形式的高品质和高精度在实际的工程阶段得以实施。

本案利用多种高精度三维设计软件将所有的可视元素在BIM模型中进行了表达和验证，虚拟化的建筑元件在几何尺寸和形式上具有与真实建筑构件1:1的足尺比例关系，并且包含了建筑材料、重量等非几何信息。从深度上讲，建筑的构件得到了完整的表达并达到了航空、汽车制造业的数据精度。

多层次数字团队建构

在数字团队构建上，其人员主要来自两个方面：一方面是能够掌握数字化软件，能够胜任复杂形体处理工作的建筑、结构、机电设计师。通过建立一套“三维协同”设计规则，使大家可以在同一个平台上共同工作。另一方面，对于一些十分专业化的数字化工作，如计算机编程则由专业化的顾问公司提供专项咨询服务。此外，凤凰项目数字化设计团队中还包括后续深化设计阶段、数十个国内顶级生产厂商及设备厂商。

全新的工作模式

“三维协同”是数字化带来的全新工作模式，他的实现依赖于BIM技术的运用。在三维协同状态下，建筑师、结构、机电工程师可以基于同一个全信息建筑模型完成设计成果的交流与传递。各类配合问题可以在第一时间被发现，并在直观可视的状态下完成团队内部的沟通、讨论、决策，及时保证设计成果的高度整合性。

更为重要的是，基于“建筑系统”划分构建的“三维协同”工作方式的原则，有效建立起了一个完整的、划分和整合工作边界的依据。不仅可以满足各个设计人员的工作成果被高效的拆分和组装，而且可以保障所有需要严格控制的建筑系统均达到足够的设计深度。这种方式使凤凰中心项目真正实现了虚拟建造，使工程后续的生产、建造与运行工序大大受益，甚至带动了整个建筑产业链的升级和发展。

基于参数化技术的几何控制系统

参数化技术为几何控制系统的建构提供了灵活的控制途径。通过预设参数、调试参数的方式建构参数模型，在动态调整中稳定建筑信息模型理想的几何控制关系。

凤凰中心南侧包裹的办公主楼从一个顺滑的“主楼基面”发展为包含多层次建筑构件信息的实

体，经过了严密的、多层次参数调控过程。我们由建筑“基础控制面”推导出“主楼基面”，再由“主楼基面”定义完整的主楼梁、板、柱结构几何控制线，最后以结构几何控制线为基础加入建筑装修几何控制系统。通过多层次几何定义和参数调控得到的设计成果，为高精度的工程实施奠定了坚实的控制基础。

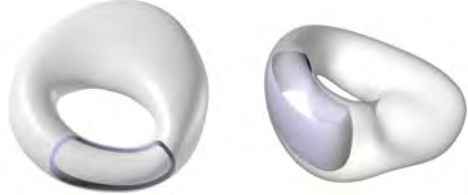


图4 由“基础控制面”推出“主楼基面”

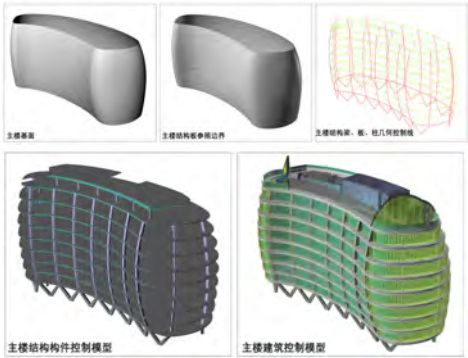


图5由“主楼基面”得到主楼结构几何控制线、结构控制模型和建筑控制模型

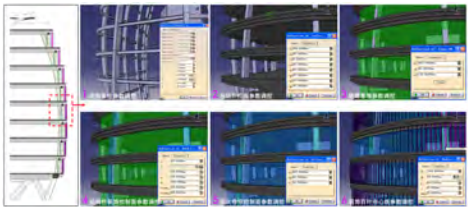


图6主楼建筑装饰系统的参数化预设和调控过程

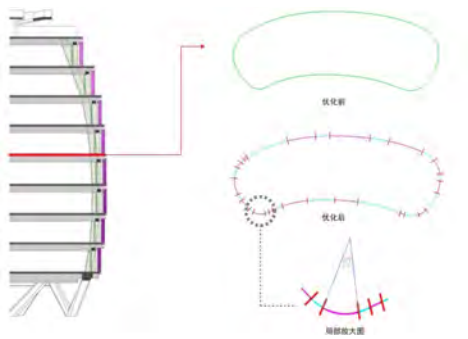
高精度的数据信息

凤凰项目利用的BIM技术，是在虚拟环境中对建筑进行信息模拟的数字化模型，包含了具体而精确的建筑信息，因此建筑师可以不再通过二维图纸的信息转换，而直接在三维数字平台中进行复杂形体建筑的创建和调整。对于复杂

形体建筑中存在的、众多二维表达所不能描述的复杂空间、复杂几何信息，利用BIM三维可视的特点，可以对其效果进行先期验证。因此，凤凰项目的BIM模型是与凤凰项目的设计、甚至建筑构件的建造、生产同步更新的，使得所有建筑构件的完成效果与模型控制效果一致，这也是BIM技术应用的真正价值所在。

另一方面，建筑BIM模型中所有建筑系统及其所包含的建筑构件的数据信息均严格依据一套复杂的几何定义规则建立，使得这些数据信息具有可描述、可调控、可传递的特征，为后续设计优化调控和设计信息的准确传达奠定了基础。

可描述的数据，即自由曲线和不规则形体在三维空间中通过矢量化方式得到定义，保证组成图形的每个几何元素都具有精确的数据信息，这些信息能够通过条件预设得到有计划的输出。



Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	定位元素	属性(米)
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_1	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_2	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_3	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_4	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_5	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_6	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_7	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_8	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_9	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_10	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_11	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_12	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_13	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_14	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_15	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_16	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_17	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_18	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_19	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_20	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_21	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_22	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_23	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_24	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_25	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_26	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_27	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_28	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_29	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_30	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_31	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_32	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_33	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_34	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_35	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_36	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_37	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_38	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_39	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_40	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_41	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_42	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_43	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_44	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_45	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_46	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_47	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_48	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_49	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_50	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_51	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_52	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_53	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_54	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_55	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_56	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_57	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_58	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_59	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_60	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_61	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_62	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_63	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_64	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_65	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_66	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_67	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_68	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_69	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_70	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_71	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_72	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_73	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_74	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_75	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_76	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_77	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_78	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_79	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_80	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_81	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_82	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_83	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_84	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_85	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_86	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_87	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_88	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_89	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_90	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_91	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_92	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_93	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_94	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_95	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_96	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_97	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_98	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_99	10000.00
Slab_018.5.39.80-结构板边优化结果	Point1_100	10000.00

图7主楼结构板边的优化及描述数据的输出

可控制的数据，即在几何图形以矢量化得到描述后，通过参数预设进行人工控制，以达到理想的设计状态。凤凰中心几何控制系统本身的建构就是基于可调整的参数化技术完成的。

可传递的数据，指物体被描述的、矢量化几何信息能够转化成为某种通用的格式，成为信息传递

通过凤凰中心的实现，我们看到BIM的价值和力量。BIM助力我院创造出更加精美的高品质建筑，而高品质建筑的强大生命力也极大减少日后的维护费用及运营成本，不仅如此，由于BIM的介入，提高了设计的准确率，降低现场的错漏碰缺。工程直接的建造成本也有可观的降低。

—邵韦平
执行总建筑师
北京市建筑设计研究院有限公司

的前提。在设计过程中，建筑专业为结构专业提供外壳钢结构梁的几何中心线，作为结构计算模型的基础，极大的提高了结构计算的精准度。

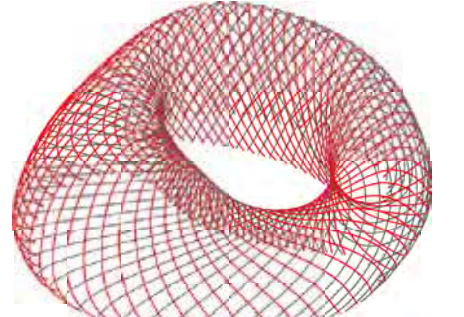


图8 建筑专业为结构专业提供钢结构梁中心线

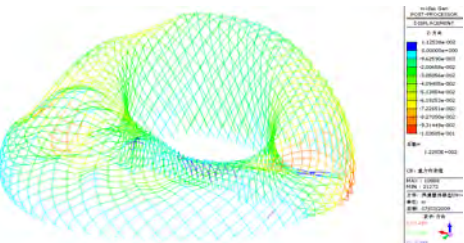


图9 结构专业用建筑控制作为结构计算模型的基础，极大提高了计算模型的精度

BIM协助设计控制与优化

高质量的建筑信息模型使建筑师不必再凭借抽象思考进行设计，建筑模型中的复杂关系，尤其是不规则曲面构件之间的位置关系、比例尺度，都与现实建造保持一致，建筑师可以在虚拟环境下真实解决建造问题，进行美学推敲和空间体验。这一技术手段大大提高了复杂形体的设计效率，同时保障了最终设计成果的精度。

例如，有着同样几何生成逻辑的100根弯扭的主、次钢梁，其落地状态无一相同，优化设计中，将支座分成上、下两部分，通过统一规则的曲线转直线切变处理，将连接销轴控制成2-3类标准的样式，以便于统一开模铸造。

环形坡道的找形和优化工作也是技术难度较大的工作之一。全长252米的环形坡道从7米标高爬升到19.6米高的裙房四层。在爬升过程中，先后与外壳钢结构、主楼及裙房混凝土结构产生搭接关系，同时还要保证环坡的外型优美流畅。裙房内幕墙初始的控制面由复杂的双曲面构成，为在造价允许范围内高质量的完成此部分设计控制，建筑师依靠BIM模型的高精准性，对原始的双曲面进行了板片优化的数据分析。结合数据分析的结果确定了板片优化的模数设置，板片平面外偏差的消纳规则，并最终建立起完整的干挂SRC板材幕墙体系模型，用以直接指导后续的生产加工和安装工作。

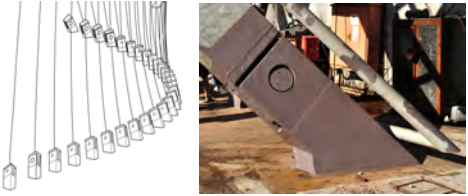


图10钢结构落地支座的优化

绿色设计理念

凤凰中心的复杂形态并非一蹴而就，这是基于设计师利用数字技术手段，对场地条件、规划要求、周边环境充分分析的结果。利用Autodesk Ecotect Analysis软件中的仿真和分析功能，辅助绿色设计理念的推进。基于GIS数据、卫星图片和地图，提取场地和地形信息，一键式快速建立完整的周边城市区域模型。将模型应用于规划设计、体量推敲等方面的工作。建筑的室外风环境模拟为本项目在形态修正和总平面设计中避免不利街道风，适应场地微生态环境提供了支持。利用Autodesk Vasari-Wind Tunnel软件建立三维模型，根据北京地区气象参数，结合建筑周边建筑及状况，对凤凰中心的室外风环境进行模拟计算和分析。

改变建造模式的数字化信息传递与对接

1. 设计控制模型的传递

作为设计研究工具的BIM模型携带最新的建筑数据信息，以凤凰中心项目的外幕墙系统为例，建筑师向加工企业提供完整的外幕墙系统模型。该模型包含所有与幕墙系统相关的几何控制系统信息以及以这些几何控制系统信息作

为参数条件的、完整的幕墙折板单元控制面实体模型。

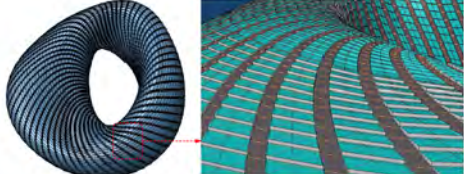


图11由设计团队提供给加工企业的完整幕墙控制模型作为深化设计依据，该模型包括每一个折板玻璃幕墙单元的控制框架边界

这个幕墙设计控制模型包含着每个幕墙折板单元与周边控制信息的衍生关系，控制幕墙折板单元的位置及轮廓，提供每个幕墙折板单元唯一的坐标、尺寸。这些信息为后续幕墙企业的深化设计提供了基础。

2. 模型数据的扩展与加工对接

幕墙加工企业在设计控制模型的基础上进行深化设计，需要为每个幕墙折板单元增加钢框架、铝龙骨、外侧装饰铝板、装饰百叶、玻璃、装饰扣盖、内侧装饰铝板、开启等构件信息。所有幕墙折板单元的构件总数达数十万，均为异形构件，且各不相同，其加工数据量达到百万数量级。如此多的构件及数据量，无法靠手工加工完成。加工企业自主研发、编写了一套二级程序系统——凤凰中心数据信息生成系统。一方面，该程序系统通过控制单元板块各个构件之间的构造逻辑关系，自动完成所有折板幕墙单元的生成功能，实现从设计控制模型到深化设计模型的升级。另一方面，加工企业通过该程序系统，自动完成从模型中提取幕墙工程加工、安装数据信息的工作，为数控加工创造了条件。

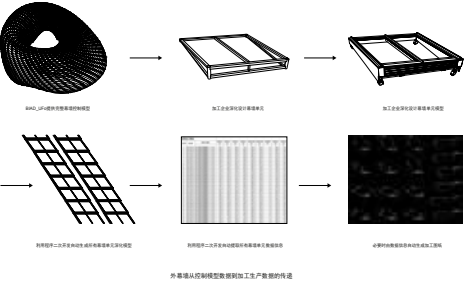


图12从设计控制模型数据到加工深化模型数据的传递

凤凰中心项目幕墙分项工程真正实现了数字化设计与数字化加工的无缝对接，将建筑设计业与制造业完美结合，成为信息时代下，建筑产业发展过程中的重要示范。

数字技术使得高复杂度的凤凰中心得以精美的

在凤凰中心项目的工程实践中，BIM技术的运用不仅实现了建筑自身复杂的形式，更重要的是在自身复杂形式形成的方式上实现了对设计思维模式、设计控制方法、以及加工建造技术的突破，探索了一套针对复杂形体建筑的全过程设计控制方法，呈现了一个制造业等级精准度的建筑成果。

—陈颖
方案创作工作室主任建筑师
北京市建筑设计研究院有限公司

呈现，但是该建筑的精彩绝不止于新兴技术本身的光芒，而是如何运用科技更高品质的实现日趋多样化和复杂化的建筑创作构想，同时以科技感的建筑空间高精致度地回应设计师对于当下建筑人性化设计的思考。随着凤凰中心项目投入使用，将会有更多的亲历者在凤凰之旅的体验中感受到人、环境、建筑与科技创新的交融与混响。

总结

凤凰中心项目幕墙分项工程真正实现了数字化设计与数字化加工的无缝对接，将建筑设计业与制造业完美结合，成为信息时代下，建筑产业发展过程中的重要示范。

数字技术使得高复杂度的凤凰中心得以精美的呈现，但是该建筑的精彩绝不止于新兴技术本身的光芒，而是如何运用科技更高品质的实现日趋多样化和复杂化的建筑创作构想，同时以科技感的建筑空间高精致度地回应设计师对于当下建筑人性化设计的思考。随着凤凰中心项目投入使用，将会有更多的亲历者在凤凰之旅的体验中感受到人、环境、建筑与科技创新的交融与混响。

公司名称
第二炮兵工程设计研究院

项目地址
中国，大连

应用软件
Autodesk® AutoCAD®
Autodesk® Revit® Architecture
Autodesk® Revit® MEP
Autodesk® Revit® Structure
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® Civil 3D®
Autodesk® Infraworks®
Autodesk® Ecotect®
Autodesk® Vasari
Autodesk® 3ds Max®

BIM全过程信息手段的利用，特别是BIM模型信息的关联、一致和完备特性，为解决工程领域广泛存在的信息分散、工作重复、管理粗放问题，提供了理论和基本技术支撑，工程全生命周期信息的传递和流转是BIM的最大价值所在。

—BIM技术研究与发展中心
第二炮兵工程设计研究院

一轮美丽明亮的海湾月亮

月亮湾培训中心BIM设计与全生命周期BIM应用研究



图1月亮湾培训中心效果图

第二炮兵工程设计研究院是拥有多项国家甲级资质的工程勘察设计单位，设置建筑、结构、人防、暖通、给排水、环境、供配电、计算机应用开发等二十多个专业，拥有工程院院士一名，博士后流动工作站一个。建院以来，我院设计完成了一大批重要的工程项目，其中百余项获国家金质奖、银质奖和优秀工程设计奖。我院大力开展科技创新，获国家科技进步奖、军队级科技进步奖共200余项，获国家发明专利70余项。我院秉承“博学笃志，求实创新”的精神，近年来，大力开展科技创新，积极探索以BIM技术为代表的新技术在工程设计与建设中的应用；2013年，我院被中国勘察设计协会评选为“全国勘察设计行业创新型优秀企业”；2014年，我院获全国专业技术人才先进集体荣誉称号。

项目概况

月亮湾培训中心项目依山傍海，是一个集旅游、会议、疗养、培训四大功能于一体的综合性度假休闲区，采用现代风格，创意为大海中乘风破浪的帆船，整体造型浑然一体，新颖独特，具有海滨建筑特色。规划用地形状不规则，近似三角形，被一条沿海县级公路由西侧

穿过用地，将用地划分为两个地块，南侧邻近海滩，北侧、西侧为丘陵，东侧为海参种苗场，总用地面积23570平方米，总建筑面积24945平方米，地上9层、地下1层，由主楼和裙房两部分组成；四层至九层主要为客房，共有客房100套；三层为会议区；一、二层主要设有大堂、康乐用房和餐厅；地下室部分设有游泳池、设备机房、中心厨房。当地属暖温带海洋性季风气候，年平均气温10℃，年降水量642.7毫米，无霜期250~300天。

项目特点

该项目从勘察选址开始，服务贯穿工程整个生命周期；简约而不失特点，体现建筑、环境、人文三者的统一；实现精细化设计，信息化管理。

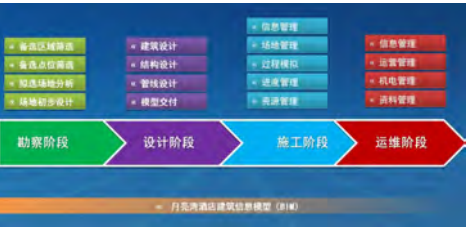


图2项目BIM实施规划

遵循BIM全生命周期管理理念，项目实施伊始，我们规划了完整的BIM实施方案，实现BIM全过程综合应用。该方案以欧特克公司BIM软件平台为核心，以及自主研发软件和接口，实现BIM信息的顺畅流转。

勘察阶段BIM应用

勘察阶段以Autodesk Civil 3D软件为核心，实现GIS平台、BIM平台数据的流转应用。

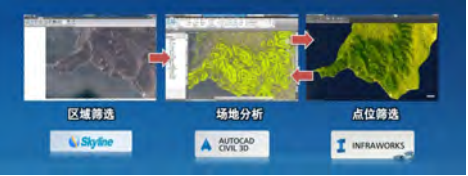


图3 勘察阶段数据流转

备选区域筛选：在GIS软件中对三个备选区域的人文、环境、交通进行宏观综合对比，确定项目选址区域目标；

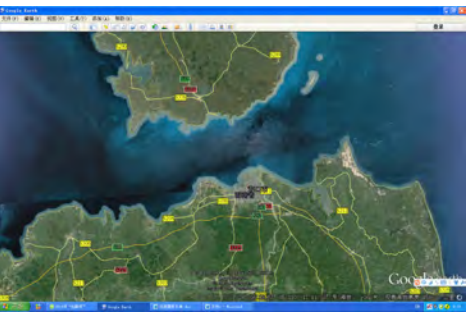


图4 区域筛选

备选点位筛选：使用我们自主研发的辅助勘察系统导出目标区域数据，在Infraworks复原地理要素，并对目标区域进行朝向、交通、高程、坡度等因素的综合分析，确定项目选址目标地块；

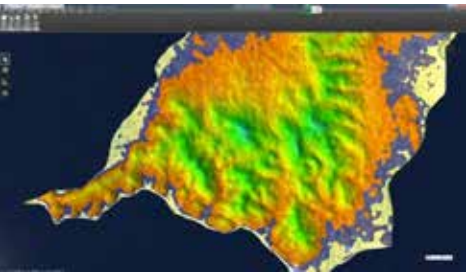


图5 点位筛选分析

拟选场地分析：采用无人机航测技术对目标地块实施测绘，获得高精度地形数据，在航测数据基础上，在Autodesk Civil 3D中对目标地块进行详细地形、水文分析，为项目规划提供技术支撑。

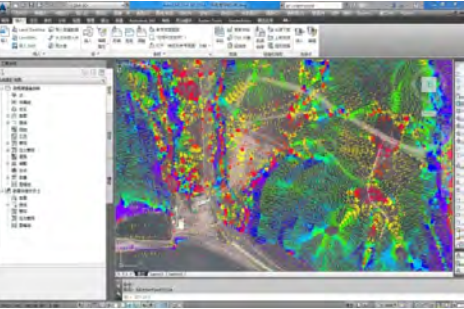


图6 场地分析

场地初步设计：在Autodesk Civil 3D软件中完成数据处理和场地初步设计，并创建地形三维模型，为总图设计、绿建分析、环境设计、施工场地布置等提供基础数据。

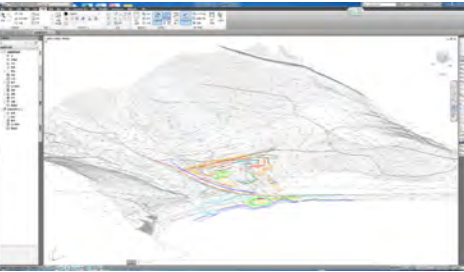


图7 场地设计

建筑设计阶段BIM应用

建筑设计以Autodesk Revit软件为核心，配合多款分析、模拟、算量软件实现方案比选、建筑建模、设计优化、出图算量四个阶段的信息流转。

方案比选：依据方案创建体量，并导入根据测绘地形图，结合山形地貌，在Autodesk Civil 3D中进行相应的场地平整与设计，将平整后的场地转化为三维曲面，生成三维数字地形数据，并导入Autodesk Ecotect Analysis结合方案体量模型形成完整分析模型，进行绿建分析。

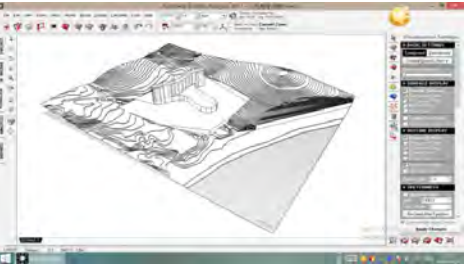


图8 分析模型

根据对当地全年气象数据、焓湿图分析，发现自然通风、遮阳、蓄热性材料以及自然采光是比较有效的被动式措施。根据预测，应用上述被动式措施后，夏季的舒适度范围可增加50%以上，有效地节约了能源的供给，我们在设计中充分贯彻了上述措施。

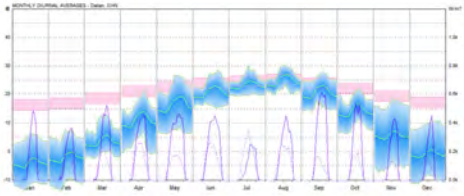


图9 典型气象年数据分析

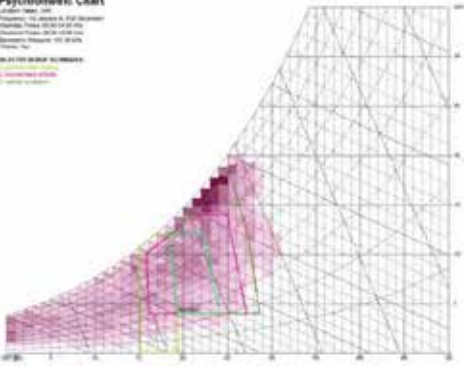


图10 焓湿图被动式策略分析

风环境分析：通过人行区室外风速分布、室外风迹线分布、建筑表面风压分析，得出：方案一，由于没有较为完整的场地，导致室外风速整体偏低，同时涡流区比例较高；方案二，西侧建筑转角局部风速偏高，同时场地中心部位有明显涡流区，影响室外活动；方案三，南侧主要活动场地上风速分布理想，没有明显的涡流区，风速较小的区域均位于建筑北侧，不影响主要活动场地，同时建筑表面压差分布合理，利于建筑自然通风。

日照分析：通过冬至日阴影范围分析，可以发现方案一场地上的阴影较多，而方案二建筑立面上的阴影较多，方案三则相对较为均衡，有效地保证了冬季场地和立面上的日照。

海景视角分析：我们将海面作为目标，分析了建筑南立面对于海面的可视范围，以此评估建筑方案的海景景观效果。通过分析可发现实施方案具有最大的海景可视范围，为客房的入住使用者提供了更好的景观环境。

采光分析：针对客房标准层，模拟了夏至日晴天的正午时的室内采光，通过对比可以发现，方案一整体采光效果较弱，方案二部分东侧的客房由于自遮挡，采光效果稍差，方案三大部分客房都取得了相对良好的室内自然采光效果。

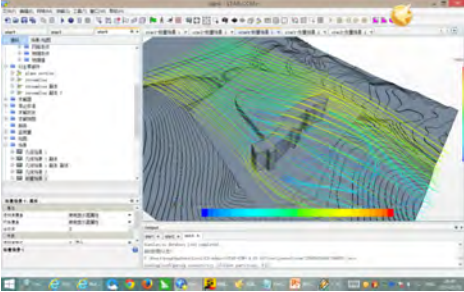


图11 风迹线分布

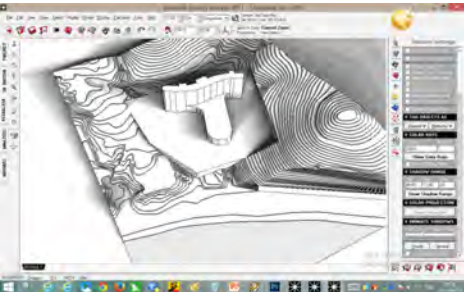


图12 日照分析

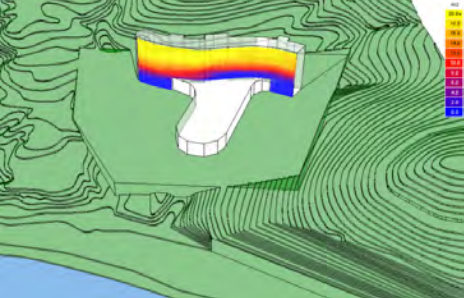


图13 视角分析

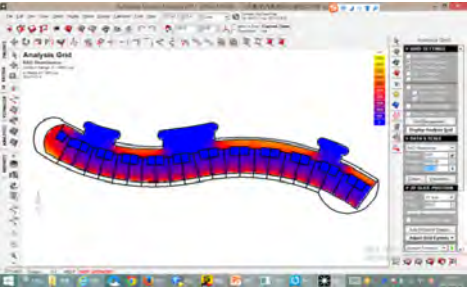


图14 采光分析

根据分析结果，我们选定方案三作为终选方案，建筑采用白色铝板作为外装修材料，配合周围的青山、碧海环境，结合建筑的造型，力求表现一个“青山、碧海、白帆”的美丽画卷。然后我们根据该方案开始建模。

	风环境 分析	日照 分析	海景视 角分析	采光 分析
方案一	中	差	差	差
方案二	差	好	中	中
方案三	好	中	好	好

建筑建模：依据国家制图标准规范的要求，结合我院实际，针对标高样式、尺寸标注样式、文字样式、线型线宽线样式、对象样式等进行深化，制定出Autodesk Revit样板文件；依据方案体量，在Autodesk Revit中建立轴网标高体系，结合包含建筑信息的三维构件，进行建筑模型的搭建。将PKPM当中的结构计算模型，导入到Autodesk Revit模型中，对结构模型进行信息完善，并将二者完美的结合在统一模型中，实现建筑结构的协同化设计。



图15 建筑模型

在建筑结构模型的基础上，将管线模型连接到协同中心文件，在此基础上，进行精细化设计。



图16 精细化设计

设计优化：项目设计通过对三维模型进行平面布局分析，直观把握设计信息，优化房间布局，电梯数量位置，客房数量，房间尺寸，消防楼梯，房间面积等设计要素，提高设计经济性、合理性。

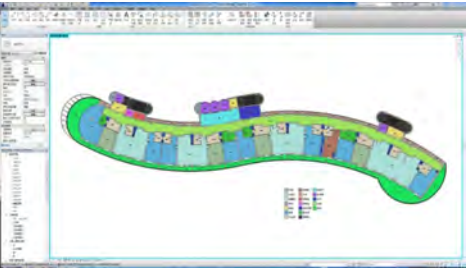


图17 平面分析

针对裙房会议活动区人员密集房间，利用Revit信息模型，通过模拟分析，合理布设疏散口与疏散路径，缩短人员逃生时间，提高安全度；对设计方案进行疏散模拟，得出结论，在裙房处增设室外楼梯，既可较大幅度提高疏散效率，又丰富了建筑物立面造型。

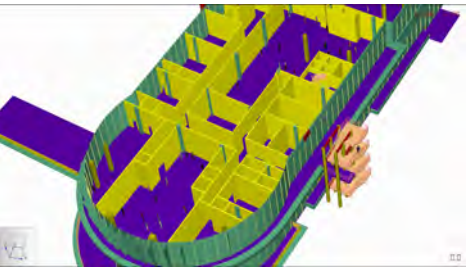


图18 消防疏散分析

出图算量：依照国家制图标准规范要求，利用BIM模型，统计构件明细，输出工程图纸；



图19 建筑施工图纸

利用综合算量软件GCL，导出Revit数据，完成幕墙、门窗、隔墙等构配件建筑算量；

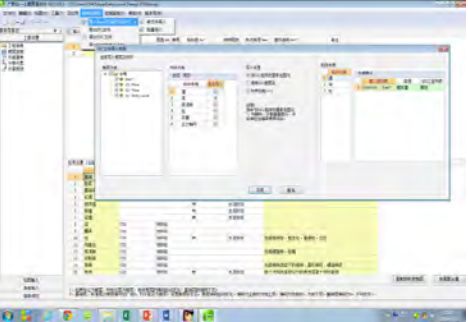


图20 建筑算量

结构设计阶段BIM应用

结构设计以Autodesk Revit软件为平台，多款软件配合实现结构计算、结构优化、BIM建模、结构算量四个阶段的信息流转；

结构计算：使用PKPM软件，进行工程的主体受力构件的三维建模，并进行主体构件的受力模拟，完成工程主体的结构计算。

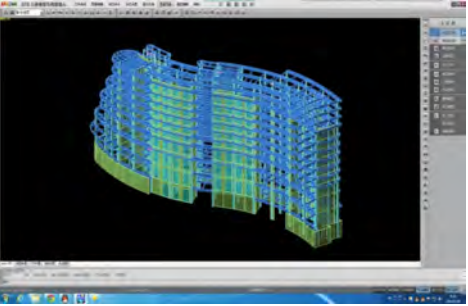


图21 弹性计算

结构优化：项目设计考虑罕遇强震，将PKPM模型及配筋信息建立结构三维有限元模型，并通过质量、三阶模态验证模型的准确性。

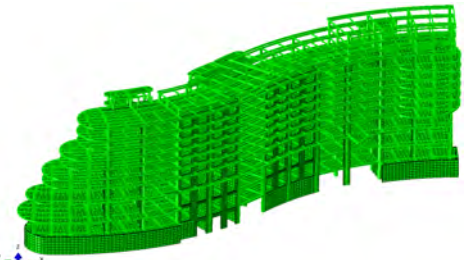


图22 有限元模型

通过有限元弹性分析，发现原结构剪力墙受压损伤较大，说明罕遇地震下结构虽然不至于倒塌，但破坏严重；设置消能连梁后结构对应部位的累积受压损伤比未设置前减小很多，说明消能连梁起到了很好的消能减震作用，因此增设消能连梁，优化结构，提高抗震性能。

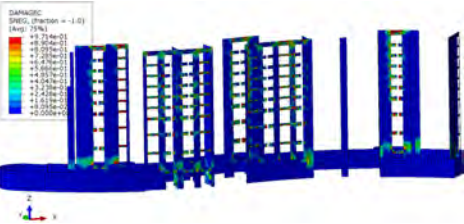


图23 消能连梁优化

Autodesk Revit中直接生成含有配筋信息的结构BIM模型，并与建筑模型合并形成完整的土建BIM模型。

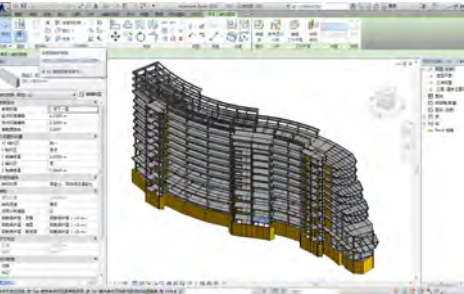


图24 土建模型

出图算量：在Autodesk CAD中完成柱、梁、墙、板的施工图绘制；

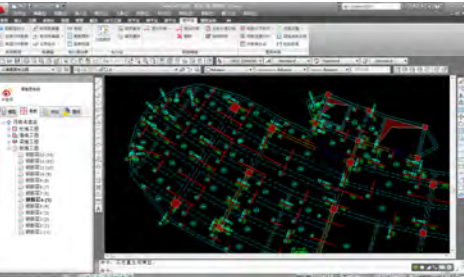


图25 结构施工图纸

导出Autodesk Revit数据，利用土建算量软件GCL，完成结构土建算量；利用钢筋算量软件GGJ，完成钢筋算量；

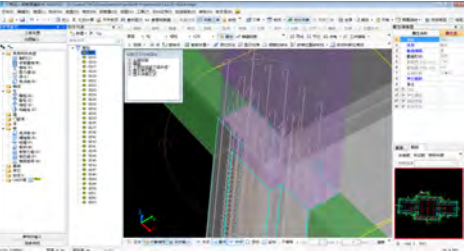


图26 钢筋算量

管线设计阶段BIM应用

设备系统设计：项目在Autodesk Revit平台上以协同方式完成给排水、暖通、喷淋、消防的协同设计。

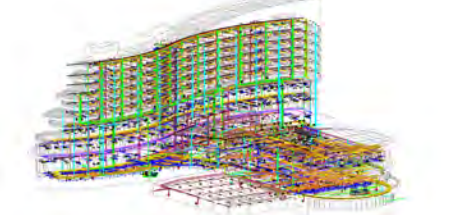


图27 设备模型

针对机房、卫生间等设备集中区域实施精细化建模，细化系统设计成果，构建完善的设备体系，为安装施工、设备运行提供技术保障。

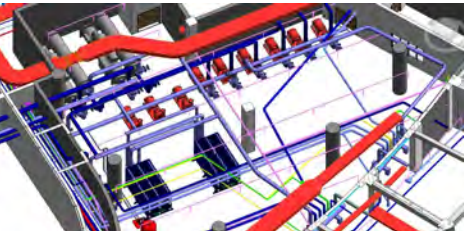


图28 精细化设计

设备综合优化：除设计期间即时碰撞检查外，使用Autodesk Navisworks平台的检查功能，按照专业规则逐一解决碰撞问题。

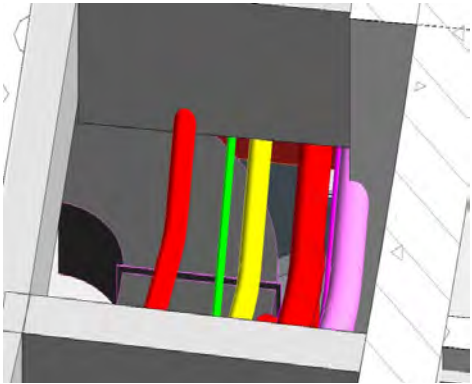


图29碰撞检查

前置施工运维要求，合理布置设备间距，保留适当的施工操作空间。经过优化后的管综设计在实际建设中得到验证。最后，利用Autodesk Revit软件的统计功能直接生成设备数据表，完成设备算量。

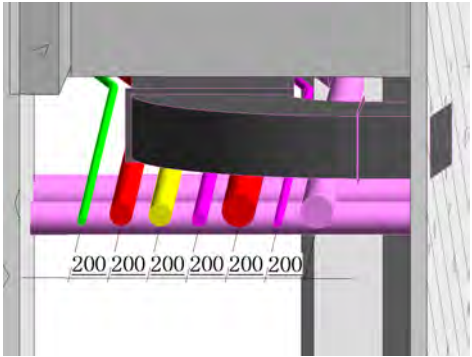


图30管线空间优化

模型交付阶段BIM应用

在Autodesk Revit平台上完成设计成果模型的集成交付，为全生命周期BIM应用提供信息基础；

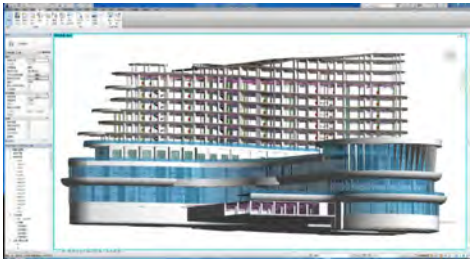


图31 模型集成交付

在Autodesk Infraworks平台上完成模型和场景的数字集成交付，为数字化城市建设提供技术支持。



图32 数字集成交付

在虚拟现实平台上完成全比例地形与建筑的虚拟集成交付，展示设计成果，验证设计效果。



图33 虚拟集成交付

施工阶段BIM应用

施工阶段BIM应用依托清华4D-BIM系统，继承设计阶段BIM模型，实现施工过程4D模拟及施工期间的信息、场地、进度、资源管理。

信息管理：通过IFC接口，导入完整的设计BIM信息模型，并添加进度信息、资源信息等，通过4D-BIM的WBS分解，形成完整的施工BIM模型。施工全过程对土建施工信息、设备安装信息进行及时录入和管理，在完工后形成完备的全专业竣工模型。

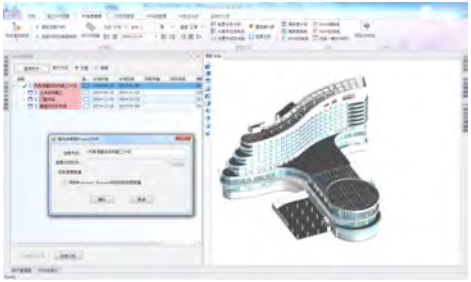


图34 土建信息管理

场地管理：使用系统提供的场地工具进行3D施工场地布置，并定义施工设施的4D属性。

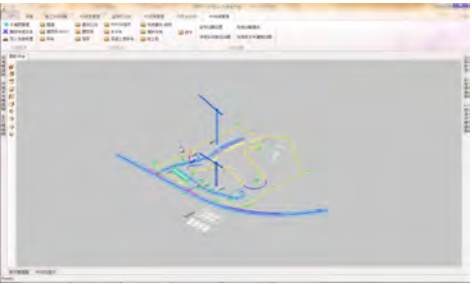


图35 场地设施布置

过程模拟：将WBS节点及其进度信息与相应3D构件实体相链接，通过饼图、甘特图和动态3D图形相结合的方式表现施工进度，实施施工过程的4D可视化动态模拟、可施工性验证和施工过程的复现。施工前，在系统中对拟定的多套施工进度进行对比分析，选择最优方案，作为实际施工方案。

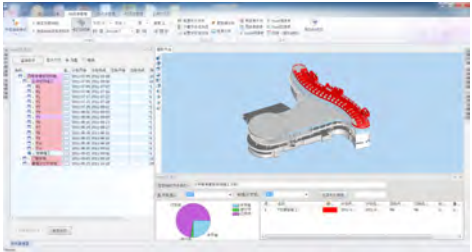


图36 施工过程模拟

进度管理：施工过程中，利用系统功能进行进度追踪、前置任务及后置任务分析，对施工过程进行动态的综合信息进度管理。通过对比计划进度与实际进度，查找分析制约计划进度的因素，综合统筹人力、机械资源，保障工程如期完成。

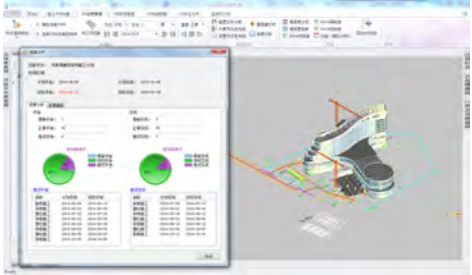


图37 施工进度管理

资源管理：系统将4D施工模型与施工资源有机结合，应用工程量清单计价法建立了可设置多套定额的资源模板，随时计算任意指定的WBS节点或3D流水段及构件的工程量，及其人力、材料、机械消耗量和相应的预算成本，根据上述计算结论准确调配施工资源。按照施工进度以及工序资源模板计算资源和成本随时间的分布情况，实现施工资源相对施工进度的动态管理。

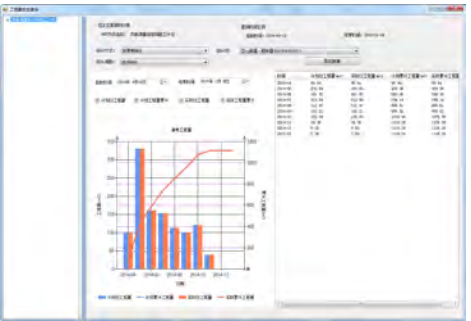


图38 工程量计划实际对比与按时间节点分布统计

运维阶段BIM应用

针对运维期间管理特点和要求，我们开展了基于BIM的运维管理研究，并初步完成了项目信息、运营、机电和资料管理系统开发。

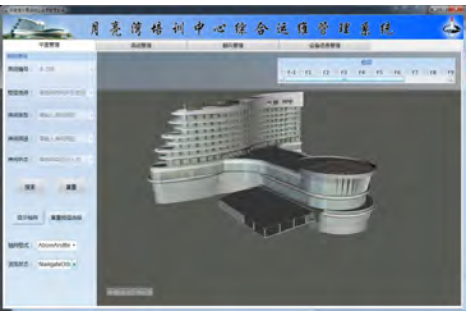


图39 综合运营管理系统

信息管理：通过开发IFC模型转换接口和导入接口，将设计阶段所建立的三维模型和施工过程中所录入的工程属性同时保留下来，并实时录入运营和自控数据，为业主提供较为完整的物业数据，提高信息使效率。基于运维BIM模型，可以衍生出运营管理、机电管理、资料管理等软件系统。结合业主日常运营的实际需求，在运维阶段继续补充数据，最终形成完整的物业信息数据库。

运营管理：BIM信息与运维数据相关联，实现BIM信息在物业运营过程中的应用。业主方使用的物业管理系统可直接利用物业信息数据库中建筑设计信息，建立物业管理的基础模型和管理信息中的基础构建信息，并将其与使用运维过程中的数据相关联，实现BIM信息在物业运营过程中的应用。系统在集成了自动化控制中相应设备的运行数据后，可根据业主要求定制相关统计功能，为项目管理提供数据支持。

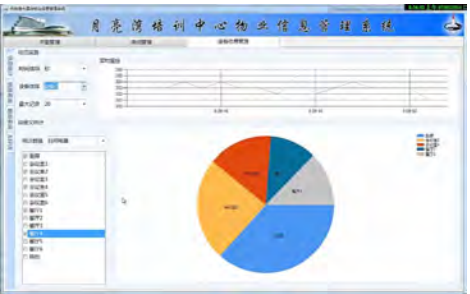


图40 运营管理平台

机电管理：将机电设备的运行信息与BIM模型相结合，实现机电设备信息的管理功能。利用设计、施工和运维阶段积累的设备信息，建立项目所有设备的逻辑结构，将建筑内的自动化控制设备的信息经过相应处理，与物业信息数据库中的设备信息相结合，在继承设备三维信息和性能数据的同时，建立全体设备的逻辑结构，实现多途径、高效的设备信息智能化管理。通过系统可快速建立故障路由，方便管理者及时有效的处理突发事件。

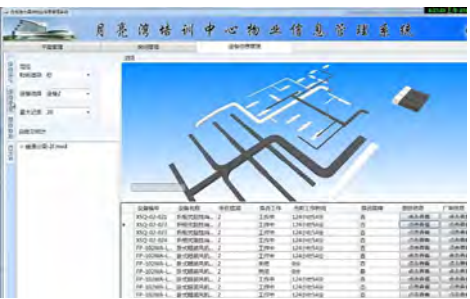


图41 机电管理平台

资料管理：系统集成设备操作文件、培训文档、图纸等资料，建立知识库，为工作人员在操作设备遇到问题时提供资料支持。

BIM技术改变设计模式，提升设计质量，实现信息共享，提升生产效率，创新管理手段，促进节约环保；BIM设计方式的三维化、过程的协同化、验证的智能化使传统二维设计时代难以克服的一些顽疾得以解决，可视化手段方便了多方交流，推动了工程设计精细化、创新性发展。

—BIM技术研究与发展中心
第二炮兵工程设计研究院

结语

BIM为精细化、创新性设计创造了条件BIM设计方式的三维化、过程的协同化、验证的智能化使传统二维设计时代难以克服的一些顽疾得以解决，可视化手段方便了多方交流，推动了工程设计精细化、创新性发展。BIM全生命周期信息的传递和流转是BIM的最大价值所在BIM全过程信息手段的利用，特别是BIM模型信息的关联、一致和完备特性，为解决工程领域广泛存在的信息分散、工作重复、管理粗放问题，提供了理论和基本技术支撑，也是BIM技术最大价值所在。

BIM工具有待提高，实施环境亟待完善硬件和软件是BIM实施的基础环境，不无遗憾的是目前在信息传递、实时图形表达等方面还不足以支撑所有任务的顺利完成，同时，建筑行业传统观念、体制机制、利益分配也在一定程度上成为BIM实施和推广的障碍。

公司名称
广州华森建筑与工程设计顾问有限公司
中建三局集团有限公司

项目地址
中国，广州

应用软件
Autodesk® Revit® Architecture
Autodesk® Revit® Structure
Autodesk® Revit® MEP
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® 3ds Max®
Autodesk® Ecotect®
Autodesk® Showcase®
Autodesk® Project Vasari
Autodesk® Green Building Studio®
Autodesk® BIM 360™
Autodesk® Simulation CFD

从CAD到BIM，建筑行业再一次迎来新的革命，如能正确认识与应用BIM技术,将能为项目带来效益的提升，为客户提供增值服务

—刘萍昌
总经理
广州华森建筑与工程设计顾问有限公司

BIM铸造佛山新高度

佛山苏宁广场的BIM设计施工一体化应用



图1 佛山苏宁广场效果图

广州华森建筑与工程设计顾问有限公司华森建筑与工程设计顾问有限公司（以下简称“华森公司”）成立于1980年，是由建设部建筑设计院（现中国建设科技集团）在香港和深圳创办的中国第一家中外合资建筑设计企业。2012年，华森公司变更为中国建设科技集团（国务院国资委辖中央企业）全资子公司。公司总部位于深圳，并在广州、南京、杭州、成都、重庆、海口、上海、北京、佛山、昆明设立了分支机构，形成了以深圳为中心，延伸全国的跨地区、一体化经营格局。企业荣获国家高新技术企业、 全国工程设计行业最具竞争力十强示范单位、 当代中国建筑设计百家名院、全国建筑设计行业“诚信单位”、广东省全国名牌、广东省优秀自主品牌 荣誉称号。

中建三局集团有限公司

中建三局机电工程有限公司隶属特大型中央企业中国建筑（世界100强）第三工程局有限公

司（以下简称“中建三局”）。中建三局成立于1965年7月，具备房屋建筑工程施工总承包特级资质，可承接各类工程的施工总承包、工程总承包和项目管理业务，人才众多，技术先进，管理卓越。先后荣获100余项鲁班金像奖/国家优质工程奖，教育部“珍惜人才奖”、全国文明单位等荣誉，同时也是武汉大学硕士研究生培养基地、华中科技大学、武汉理工大学国家级学生实践基地、国家指定的博士后科研工作站。

中建三局机电工程有限公司定位于高端和新兴安装业务，大力发展非传统房建领域的节能环保、石油化工等新兴工业安装业务以及钢结构安装工程、高端机电工程总承包（包含海外安装工程总承包）。

中建三局机电工程有限公司总部机关位于湖北省武汉市，目前下设7个分公司（西北、北京、

南方、成都、工业设备安装分公司、钢公司），业务遍布全国，是行业领先的装一体化服务供应商和领军者。

司自2008年开始对BIM应用大力投入，用先进设计手段—BIM（建筑信息模行项目设计，在国内处于该技术应用平。华森公司已掌握BIM三维建模与协完成施工图的技术，并运用BIM模型进与性能化分析等相关应用。华森广州M项目上覆盖率达90%以上，形成了华的项目管理与BIM方法相结合的设计操。

况
宁广场位于广东佛山市，位于新城的，总建筑面积为492762.05平方米。总为五座高层建筑及其裙房和一座超高的综合体。其中地标塔楼共60层，建为318米。

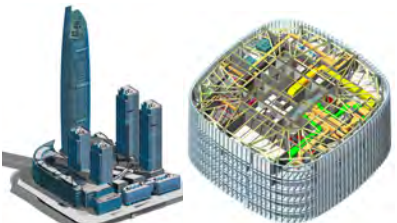
地块各主立面造型、风格、体积、色彩现代、壮观、傲视全城的气势；地标塔和立面设计取材自莲花花苞外形，与体育中心设计莲花盛开造型相应成趣，相，与周边地标建筑互相协调以突出佛山体的标志性。地块内部环绕中央下沉广多方向的人流路线以连接地上地下各交，

本项目功能与体型复杂带来的设计间高设计质量与效率，该项目采用了BIM工一体化的应用。

M在设计阶段中的应用

I可视化设计

用全专业全过程BIM设计，各专业通过行可视化的协调，能快速直观地解决题，加强设计师对建筑的控制力，提质量。



苏宁广场BIM模型

设计过程中的BIM模型可通过虚拟现实平台进行即时的渲染展示，设计相关方可根据需求随时查看项目将来的实施效果，并因可视化的沟通，大大提高了设计相关方的参与程度与定案效率。

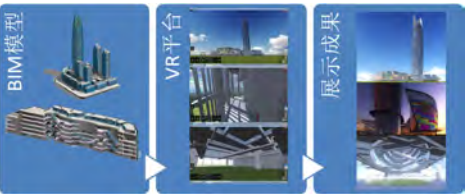


图3 佛山苏宁广场BIM可视化分析

2、BIM绿色性能化分析应用

BIM-建筑信息模型，是以建筑工程项目的各项相关信息数据作为模型的基础，进行建筑模型的建立，通过数字信息仿真模拟建筑物所具有的真实信息。项目充分运用BIM相关绿色分析软件对整个项目生命周期进行模拟和分析，优化设计方案和成果，将整个BIM平台的优势充分展示出来。

基于 BIM 的绿色建筑软件工作流：

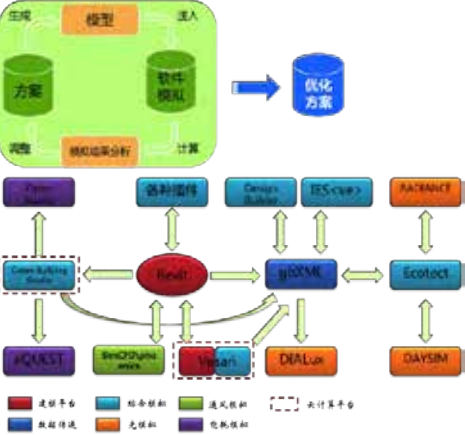


图4 BIM绿色性能化分析软件工作流

• 整体能耗分析

通过对BIM模型功能房间的设置与边界构造的定义,可依据规划布置与当地地理气象条件进行能耗模拟，在此基础上进行设计构造的优化，为达到绿色建筑标准提供数据基础。

“佛山苏宁广场项目”通过模拟得关键的减少能耗的措施，其中能耗损失严重的因素为冷风渗透与玻璃选型。结合经济成本考虑，最有效果的节能措施为幕墙玻璃与框料材质的改进，其次为屋顶的保温措施。



图5 整体能耗定性分析

• 日照分析

利用Autodesk Project Vasari等软件对项目模型进行全年日照、建筑表面热辐射等对比分析，优化规划减少对周边既有建筑的影响与优化项目内建筑自身遮挡关系。

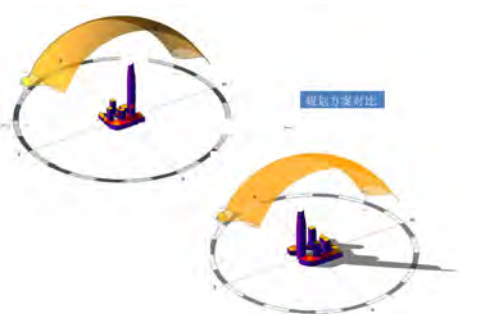


图6 日照分析

• 自然采光分析

利用Autodesk Ecotect等软件对项目模型进行自然采光模拟分析，该项目75%以上的区域达到400lux（勒克斯）以上，满足绿色建筑标准要求。

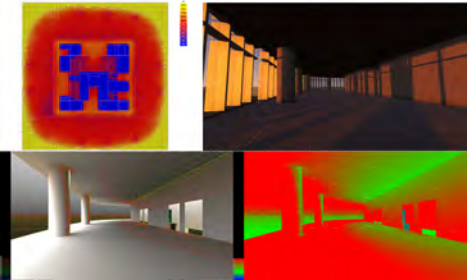


图7 自然采光分析

• 室内空间CFD分析

利用Autodesk Simulation CFD等软件对项目模型进行室内气流组织模拟计算，得出室内温度场及空气流速分布情况，从而对空调末端设备布置进行方案比对及优化。

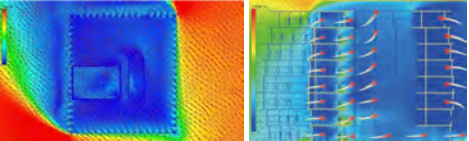


图8 室内空间CFD分析

• 场地风环境分析

利用Autodesk Simulation CFD等软件对项目模型进行场地的风环境分析，根据当地夏季东南主导风向，调整建筑形体与规划布置，使项目场地能更有效地利用自然通风。采用方案二的布置能更有效地引入自然风，形成明显的“通风廊道”。

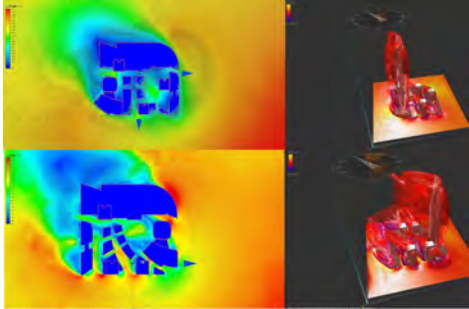


图9 场地风环境分析

3、全专业BIM协同设计应用

建筑专业模型，结构专业模型，机电专业模型，通过互相链接参照的方式进行实时协同，各专业设计图纸均由协调后的BIM模型作为图形的制作依据。

在BIM协同应用中，改变了传统二维图纸反复往来的提资方式，该项目的各专业人员均在协同房间内，以模型作为提资依据，实现实时核模，现场修改与模型确认。由于BIM模型沟通的直观可视与数据联动，使这种高效的协同方式得以实现。该模式能充分发挥BIM沟通效率，且参与方能快速熟悉项目，大大提高了评审与定案的效率与质量。

• 协同案例

根据苏宁设计要求，购物中心商业标准层应满足3.75米净高，在该标高处设定一高度控制面。设计师通过截取天花板视图，快速找出不满足建筑净高要求的管线区域，翻转模型从下往上观测，若有突出的管线则表示其不满足建筑净高的要求。此外，还可以通过Autodesk Navisworks 碰撞报告，检查是否有与结构梁碰撞的管线。

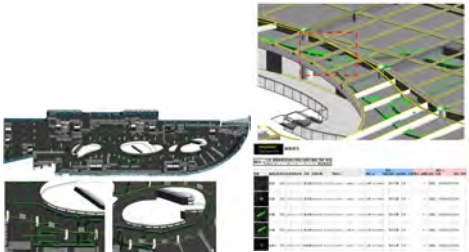


图10 管线碰撞检查

在调整管线满足净高要求后，再使用自动工具检查是否与结构梁碰撞，因为中庭开洞处结构悬挑梁高度达到1.2米，管线容易与之发生碰撞。结构专业马上在模型内对梁进行变截面调整，使得梁端高度控制在0.75米，预留出设备管线的空间。经过管线的调整，完成设计协调工作。

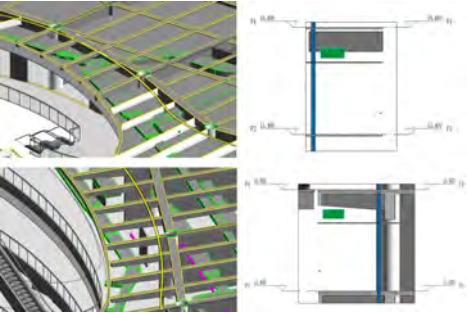


图11 建筑净高检查

4、建筑幕墙应用

建筑专业除了主导BIM专业协调外，还需完成在幕墙上的BIM应用，对于复杂体型的幕墙表皮，需要解决如何从其他软件转换至BIM协同平台下工作，首先对幕墙模型进行简化，提取其构造线进行细化，并重新构建，通过ACSI格式导入BIM平台，使用幕墙系统或体量分割进行表面的有理化，再使用嵌板，自适应构件等对幕墙进行深化加工完成地标塔幕墙模型。

对于购物中心幕墙，按照设计意图，通过嵌板的尺寸与材质等参数设置，调整凹凸彩色玻璃的效果，通过BIM模型检验对比方案的实施效果。

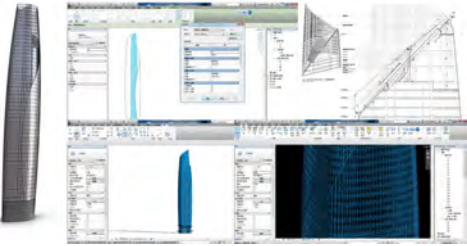


图12 复杂幕墙的BIM应用

6、结构BIM应用

该项目结构BIM应用方面，结构专业除了与建筑专业进行梁柱的配合、并配合机电专业的管线综合外，由于竖向构件与屋架结构的复杂性，结构BIM模型还可通过与计算模型的互导生成精确的结构计算模型。

首先通过初步计算得到结构竖向构件截面，在Autodesk Revit里建立满足建筑功能要求的竖向构件模型；然后通过软件转换接口导入计算软件，在计算模型中完善结构计算模型，优化计算后得到最优的构件截面，再将计算模型通过转换接口导回Autodesk Revit模型；最后在Autodesk Revit里完善屋架模型，通过接口互导得到各自最后模型。

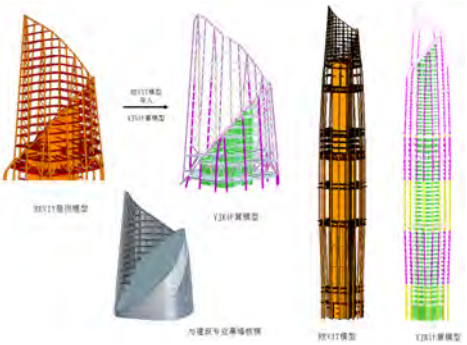
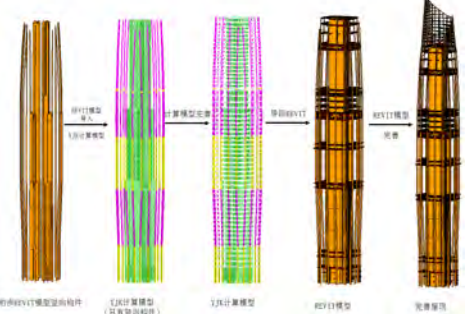


图13 Revit结构模型与计算模型互导

对于复杂的高层超限项目，腰桁架和伸臂等结构加强部位可通过BIM三维模型能直观判断结构构件对建筑功能的影响，有利于结构调整计算优化结构布置，使最后结构方案既能满足结构计算的需要又能满足建筑及机电功专业的需求。

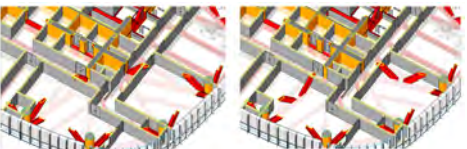


图14 三十八层伸臂设置方案优化

出图方面，地标塔楼的外框架柱及屋顶的竖向构件跟随外立面不规则倾斜，如果采用简单平面定位则很难准确表达竖向构件的立面变化，在本工程中，竖向构件均采用三维模型剖面竖向定位，定位图纸能够有效准确的指导施工单位精确施工。

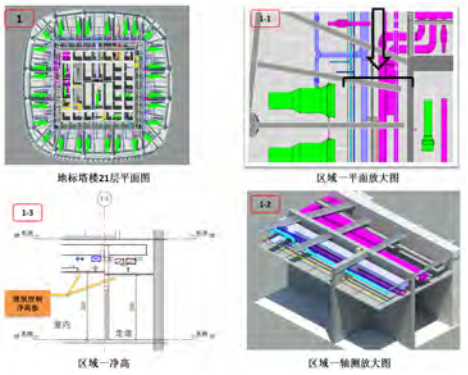


图15复杂竖向构件出图表达

7、机电BIM成果表达

对于机电专业，除完成设计阶段管线综合外，还需要完成净高报告与管综成果的表达式，该项目通过彩色平面，彩色剖面，配以局部三维剖轴测图的表达方式，让深化设计或施工单位得到直观的成果展示。

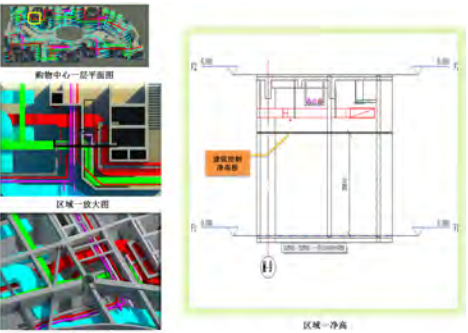


图16 机电专业Autodesk Revit成果表达

(二) BIM设计施工运维一体化应用

1、BIM设计施工运维一体化可行性分析

本项目的施工单位有应用BIM的意愿，为解决现阶段设计BIM模型与施工BIM模型的脱节问题，设计单位与施工单位对从应用需求到解决思路等一系列问题进行了详细研讨。最后为打通设计与施工BIM模型信息的传递，该项目实行BIM设计施工运维一体化应用。



图17 BIM设计施工一体化应用思路

传统BIM模式，设计BIM与施工BIM因应用需求不一致而导致割裂严重，在一体化模式下，施工企业在设计阶段提早介入,与设计企业一起参与BIM设计,实现信息模型延续使用,避免出现重新设计与重复建模,有助于提高质量和降低成本。又因为深化设计的提早,使得工厂预制加工能较早投入,设计返工减少,从而节省工期。所以该模式对于项目相关方都能获得利益。

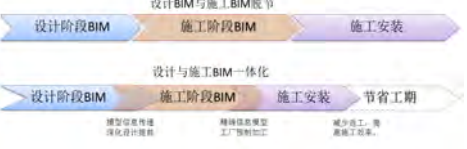


图18 BIM设计施工一体化应用阶段

本项目为顺利实现BIM设计施工一体化模式，制订了一系列策划与实施标准，包括施工BIM的介入设计阶段的节点与工作内容等。



图19 BIM设计施工一体化工作内容

2、本项目BIM设计施工一体化管线综合解决的问题示例

设计单位初设模型成果主要包含：建筑方案的确定、机电各系统的设定、性能分析、主要管线的规划布置、机房的简易布置。

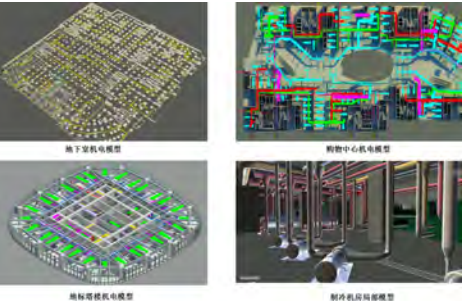


图20 初步设计模型成果

施工图阶段，施工单位参与到施工模型设计中，通过这种工作模式，双方协调在一起，把各自的关注点提前加入到设计模型中，实现项目信息最大化的共享，使工程实现预期目标，获得最大盈利。



图21 施工设计关注点

1)地下二层的制冷机房，设计管综时管线交叉布置占用空间，经施工单位介入共同优化后的管线交叉减少，节省管件，提高净高。

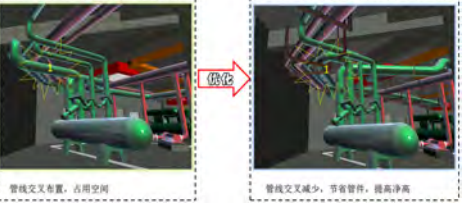


图22 制冷机房管线优化

2)风管优化前，送风口周边管线较多，优化后，管线调整走向，避开送风区域，提高送风效果。

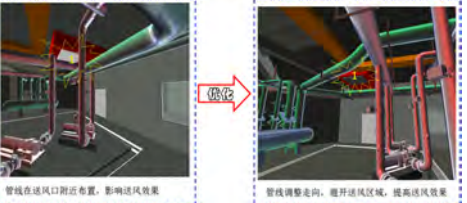


图23 管线避让

3)设计管综采用管中标高建模，方便调整管线标高，考虑施工安装优化后，采用管底标高建模，便于吊架的装配。

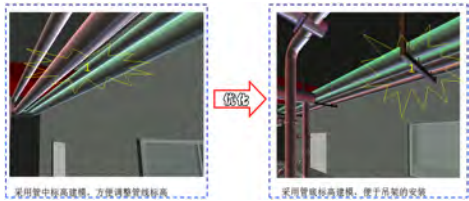


图24 管线建模标高选择

4)设计阶段，更为关注系统连接，局部施工困难，根据施工单位经验，依据施工工序，调整管线排列次序。对于支架的安装空间考虑欠缺，经过施工单位优化后能实际的反映施工情况。设计管综时没有足够空间安装阀门等附件，经过优化后阀门等附件可以安装。通过设计单位与施工单位的BIM配合，能把各自更专业的知识与经验尽早地应用在项目里。

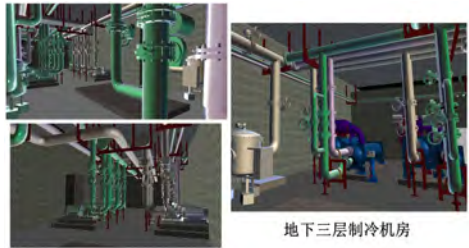


图25 制冷机房管综配合



图26 管线综合成果动画漫游展示

3、BIM设计施工一体化工厂预制

通过设计阶段准确的信息化模型，为工厂预制加工提供条件，缩短工期并减少因施工过程的不稳定因素。

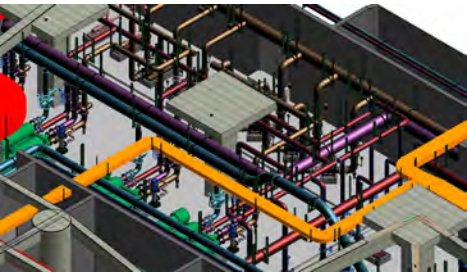
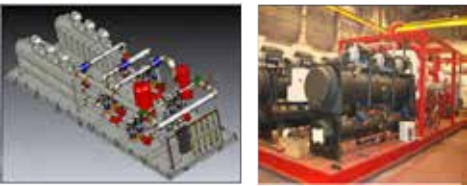


图27 工厂预制构件

本项目的管线装配工厂预制，对于需要预制化的构件模型提取，进行二维尺寸的添加，读取其构件信息并绘制成图，提早在工厂进行预制装配。

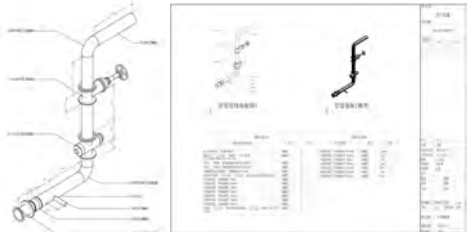
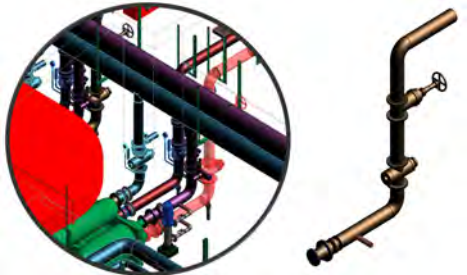


图28 预制构件提取及出图

4、BIM运维信息录入

业主将来可以获得项目完整的运维数据库和可进行应用与维护的可视化虚拟建筑。



图29 运维信息应用与维护

5、机房运维信息录入

具体以设备机房为例，该项目对阀门的物理信息进行录入与描述，对冷水机组型号与相关资料网站，运维信息的录入，制冷水泵几何尺寸信息的自动读取等完成模型的运维信息添加。

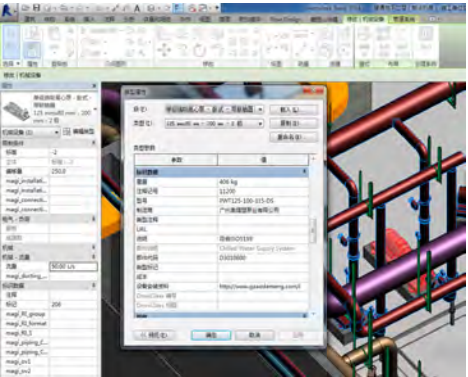
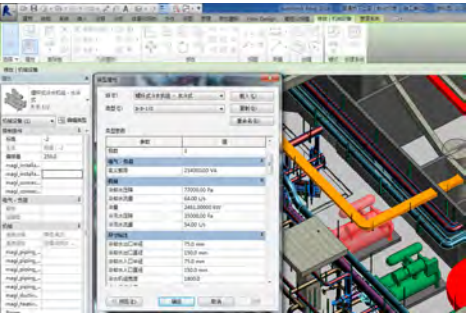
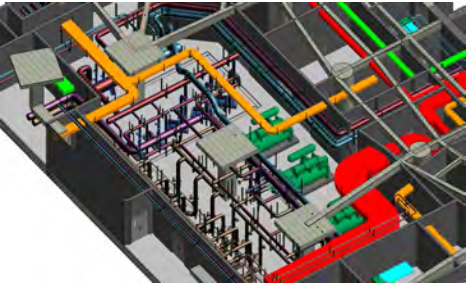
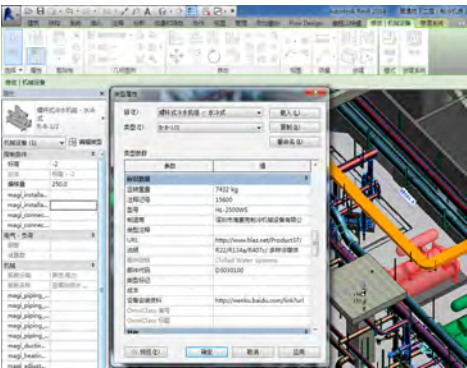
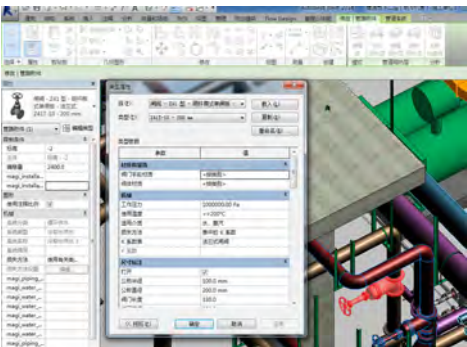
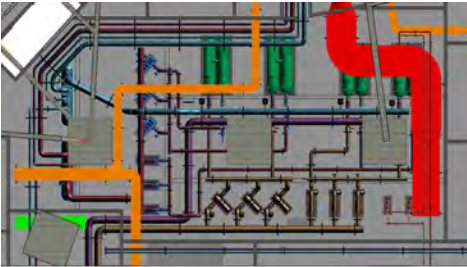


图30 BIM运维信息录入

6、云平台应用

该项目的设计相关方在项目过程中还使用了云平台的应用。通过移动设备（手机，电脑，平板）可以随时对项目进行模型浏览、信息浏览、图纸审阅与批注等沟通与汇报工作。

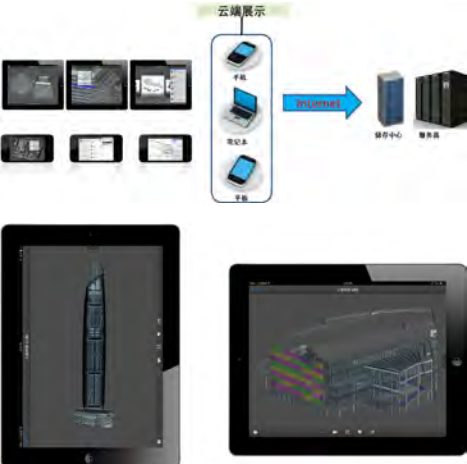


图33 云端展示及整体模型浏览

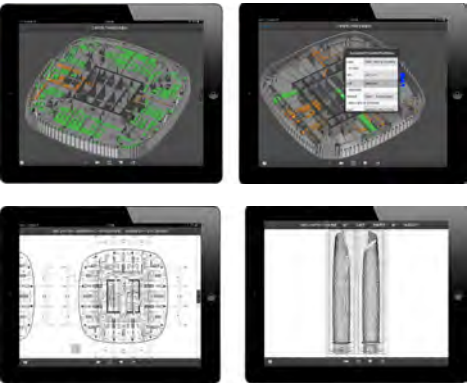


图34模型云端剖切查看及图纸浏览

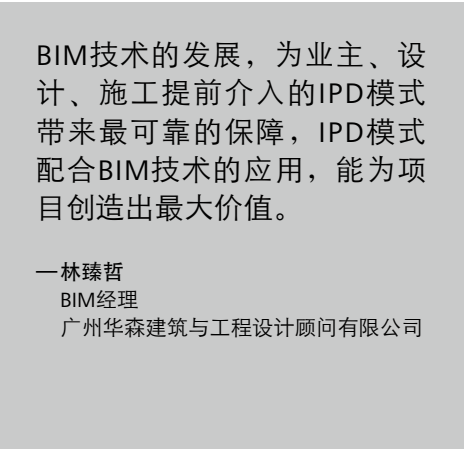


图35 模型信息查看及图纸批注记录

总结

本项目的BIM应用贯通了从方案设计，技术设计，深化设计，施工运维全过程，为真正实现BIM数据有效传递的利用价值，运用了创新的BIM设计协同模式，为业主，设计企业，施工企业创造新的价值。

公司名称
南京建工集团有限公司

项目地址
中国，南京

应用软件
Autodesk® Revit® 2014
Autodesk® AutoCAD®
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® 3ds Max® Design
AutoCAD® Civil 3D®
Autodesk® Ecotect®

BIM集技术手段和管理方法于一体,实现多维度信息集成,能够有效支持现场建造活动和项目综合管控,它将极大促进施工企业的精细化管理; BIM作为一个管理平台、一种工作方法、流程优化和控制的手段在BIM管理层将会得到充分展示。

—樊淑清
副总裁
南京建工集团有限公司

展翅翱翔 激扬的青春与活力

——南京青奥体育公园市级体育中心项目中的BIM技术应用

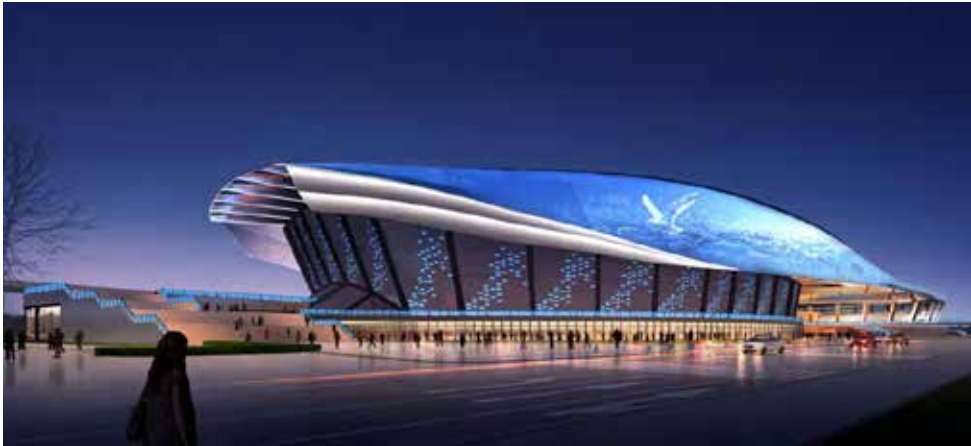


图1 室外沿城南河透视图

南京建工集团是一家具有五十余年历史的以施工总承包为主、专业承包为特色的大型综合建筑施工企业。现具有房屋建筑工程施工总承包特级资质、市政公用工程总承包壹级资质、公路工程总承包贰级资质；建筑装修装饰、钢结构、机电设备安装、地基与基础、消防设施工程专业承包壹级资质；同时拥有外经资质；集团旗下拥有广州、深圳、天津、青岛、衡水、海南等多地专业分公司。先后获得全国及省、市科技成果奖80余项，在省内首批获得江苏省认定的建筑业企业技术中心，率先在省内开展BIM技术在施工阶段的应用研究。承建的90余项工程分别获得国家“鲁班奖”、“银质奖”、“扬子杯”、“金陵杯”等奖项。

项目概况

南京青奥体育公园市级体育中心工程位于南京市浦口区纬七路过江隧道北出口处以南，临江路地铁站1号出口向前约1000米，总建筑面积约为158000平方米。该市级体育中心由一座体育馆和一座体育场组成：体育馆定位为甲级体育建筑，规模为特大型，总建筑面积约116000平方米，地下一层，地上六层，建筑高度43米，满足全国性和单项国际比赛，可承办NBA篮球赛，看台座位数20672座；体育场同样定位为甲级体育建筑，规模为小型，满足全国性和单项国际比赛，看台座位数17947座。该项目属于政府投资建设的大型公共基础设施工

程，是南京市政府筹办青奥会千日行动计划中的一项重要任务，项目的建设不仅为青奥会相关赛事提供比赛场地，而且带动了周边项目的发展，丰富了浦口新城的城市面貌。



图2 南京青奥体育公园市级体育中心效果图

南京青奥体育公园市级体育中心项目的总体设计很好的诠释了“分享青春、共筑未来”的青奥精神，彰显了“绿色、活力、人文”的青奥理念。体育场馆不约而同的采用了整体空间异形曲面设计，远处放眼望去，活生生的呈现出一幅江鸥展翅高飞、自由翱翔的画面。



图3 现场施工过程中远景实物图

项目难点

该工程属于特大型公共体育场馆建筑，造型新颖、结构复杂、体量巨大、地下室净高有限管线密布；钢结构吊装及幕墙施工技术要求高；亚青会及青奥会时间节点穿插，工期十分紧

张。工程开工之初即明确了“鲁班奖”创优目标，质量要求高，专业内容系统全面深化设计困难。总体在项目结构内容、技术要求、管理精细度等方面都体现出很大难点。显然，仅仅依靠传统的项目管理方法和手段将难以综合承受这些巨大的挑战。

解决方案

在南京青奥体育公园市级体育中心中，由施工总承包方牵头，以实现总包BIM应用目标为核心，联合业主、设计、咨询、分包等单位共同构建项目级的BIM实施团队。明确统一BIM协作流程，力求落实BIM价值。BIM技术在施工工艺模拟、施工方案审核、施工图纸深化、机电工程模拟、工程数据交换、施工安全冲突与分析等方面实现创新应用，尤其是“钢结构深化”技术极大推动了项目的顺利实施。

该项目将基于欧特克软件平台创建的BIM 信息库服务于施工项目管理。在施工前，项目团队依据设计蓝图构建项目整体BIM模型，同时对各专业设计图纸进行“错、漏、碰、缺”查验和优化，提前发现问题并及时沟通解决，最大限度减少施工过程中的因图纸问题而带来的损失，提高施工效率与工作质量。同时应用BIM技术对钢结构、幕墙、虹吸排水、异形柱节点进行优化设计，强化各专业单位沟通协作，提高工作效率。

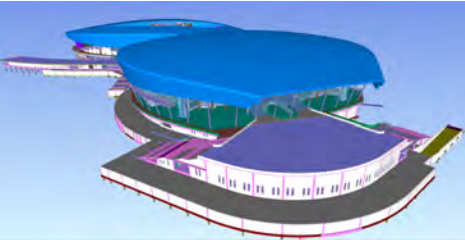


图4 整体BIM模型图

一、施工工艺模拟

1、钢结构吊装工程

钢结构工程是本项目的关键工程，对于顺利完成主体结构并为后续工程创造条件起着决定性的作用，是结构工程的重点和难点。通过BIM建立钢结构模型实现了：

- 模拟各道工序的吊装次序；
- 模拟大型起重机械的行走线路、吊装位置、吊装姿态以及吊机之间的相互关系；
- 通过钢结构吊装BIM模拟、直观方便的施工技术交底直观方便，加强了各管理单位对吊装过程的整体以及细节的把握程度。

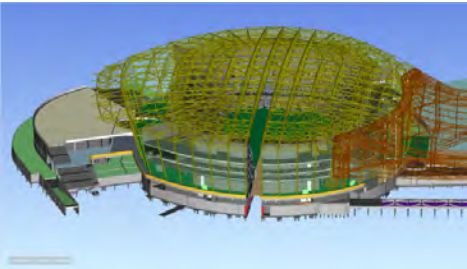


图5 体育馆钢结构吊装通道预留模型

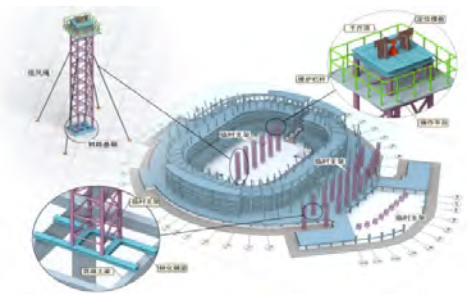


图6 钢结构临时支撑搭设示意图

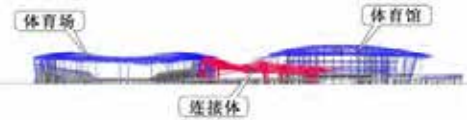


图7 体育馆钢结构吊装通道预留模型

2、复杂钢筋绑扎

体育场8根异型柱，每根柱顶钢筋构造非常复杂，构造要求不允许有中间搭接接头；同时还有大型预埋铁件，钢筋绑扎实施难度大。 BIM小组在Revit2014结构模块中，建立了此节点复杂钢筋模型并制作动画，协作钢筋工程师完成钢筋的精确下料和制作，并按照此动画的交底顺利完成了8处柱顶钢筋的绑扎任务。

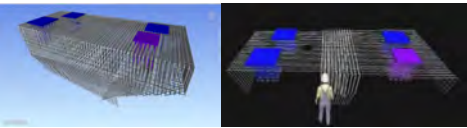


图8 复杂钢筋节点模型及绑扎模拟动画

3、局部工艺细节

该工程体育馆防火排烟窗要求具有电动开启、消防联动、手动无电开启和熔断开启四项功能。其中手动无电开启和熔断开启是国家对防火排烟的新要求，大多数工程技术人员不熟悉。通过在Autodesk Revit中建立BIM模型，然后导入Autodesk 3ds Max中进行渲染、制作动画，通过模型就位模拟验证此防火排烟窗设置位置的合理性和可行性，反向论证了设计方案的可行性，提高了沟通效率，有效减少变更。

我们在南京青奥体育公园市级体育中心项目中通过欧特克BIM信息平台的管理支撑，整合各专业BIM信息，建立起了友好的协作机制，很好的解决了大量传统图纸“错漏碰缺”以及现场施工管理问题。实现成本节约，配合流畅，大大提高了工作质量和工作效率。

—王进
副总工程师/BIM总监
南京建工集团有限公司

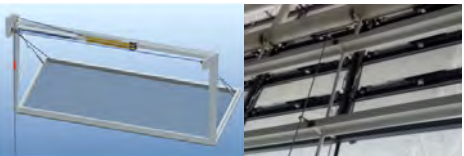


图10 防火排烟窗工艺模拟及现场图片

4、施工工序模拟

现场钢结构场地布局紧凑、采用地面整体模块化组吊装技术的复杂、困难。应用BIM技术模拟桁架胎、架搭设及桁架底线化设、主弦钢管的定位安装、弦杆间腹杆及支撑的定位安装等工序。直观的进行工艺方案交底，提高了沟通的灵活、便利性。

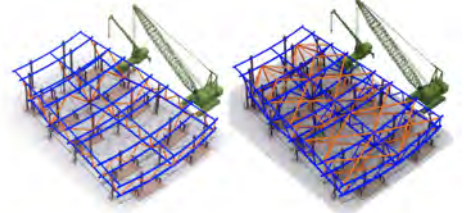


图11 钢结构地面模块化组装模拟

5、3D打印技术的应用

将BIM模型中的复杂节点，按照3D打印流程打印出实体等比例模型，有助于提高各方沟通质量和效率。



图12 构件级3D打印模型

二、施工方案审核及论证

1、多方案比选确定施工方案

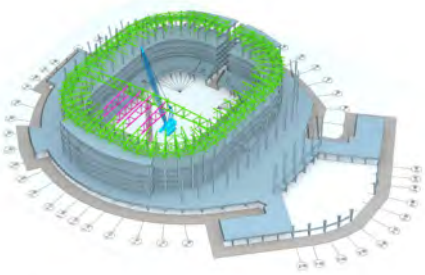
项目部通过BIM模型编制了三套钢结构吊装可视化动态方案送审：BIM模型全过程、全方位表达了方案的指导性、完整性、安全性和可实施性，评审专家此给予了充分肯定；经评议选择了第三套方案作为实施方案。工程师通过模型的可视化调整，方案表达变得更加直观可靠。

第一套方案：吊装时从南向北进行分段吊装，吊装时先吊与混凝土柱连接的分段，再吊需采用临时支撑的分段；先吊横向桁架，再吊纵向桁架；先吊主桁架，再吊次桁架及连系杆件。馆外钢结构的吊装时先吊体育馆，再吊训练馆；先吊钢柱及楼层钢梁，再吊外侧屋面桁架；先吊主桁架，再吊次桁架及连系杆件。

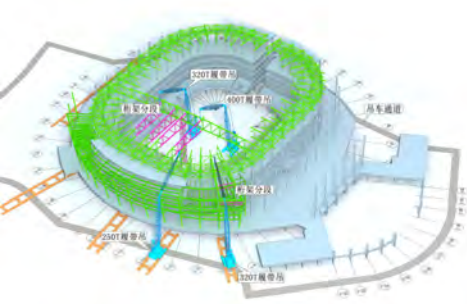
第二套方案：吊装时从北向南进行分段吊装，吊装时先吊与混凝土柱连接的分段，再吊需采用临时支撑的分段；先吊横向桁架，再吊纵向桁架；先吊主桁架，再吊次桁架及连系杆件。馆外钢结构的吊装时先吊体育馆，再吊训练馆；先吊钢柱及楼层钢梁，再吊外侧屋面桁架；先吊主桁架，再吊次桁架及连系杆件。

第三套方案：体育馆屋盖桁架安装总体思路为根据结构受力特点及设计院分段划分要求，对屋盖桁架进行合理分段划分，对部分桁架分段在地面拼装成吊装单元，利用大型履带吊高空吊装定位；根据土建施工进度，两台350 吨履带吊先吊装位于馆外的屋盖桁架，当馆内具备吊装条件后，一台 450 吨履带吊及一台 250 吨履带吊进场进行主次桁架的分段吊装，其中角部 4 个扇形区域桁架在地面拼装成一个整体，450 吨履带吊直接吊装就位；位于训练馆一侧的屋盖桁架及训练馆屋面桁架，350 吨履带吊在训练馆内进行分段吊装。

方案一



方案二



方案三

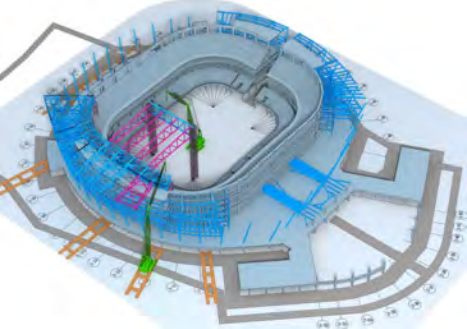


图13 三种钢结构吊装方案动画截图

2、脚手架安全验算

脚手架方案是工程最常见的施工方案，但往往方案和现场实际不一致。通过BIM模型建立虚拟的脚手架搭设方案保证了搭设的完整性和可行性。在Revit中快速统计出异形柱体积信息；依照Autodesk Revit模型，建立异形柱SAP结构模型，合理加载以及工况分析，准确验算脚手架搭设的安全性，提升对脚手架施工方案的审核论证的把握。

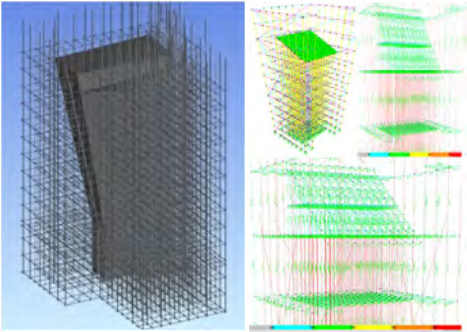


图14-1 异形柱脚手架BIM安全验算

三、施工图纸深化

通过将钢结构与土建、机电、幕墙、等深化BIM模型集成进行多专业优化调整。直观展示给各分包方，减少项目沟通时间，提高深化设计的准确性。

BIM给施工企业的发展带来了新的机遇和挑战。BIM技术随着行业生产力的不断提高以及信息化技术的快速发展和完善，必然覆盖到施工全过程。

—鲁开明
总工程师
南京建工集团有限公司

1、钢结构深化设计

项目部完善了钢结构深化设计指导流程，在总包统一建立完成的BIM模型基础上进行深化，保证深化设计的一致性和完整性。在BIM平台上对钢结构各构件进行详细的划分并形成加工图；将模型数据反馈给钢构件制作厂家，形成切割下料模型开始切割下料。

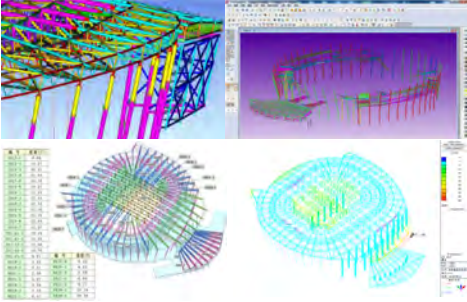


图14-2 体育馆钢结构模型深化及主要构件吊装段划分

2、玻璃幕墙及拉索深化设计

体育馆幕墙为鱼腹式不锈钢拉索幕墙，体量大，精度要求高。不锈钢拉索长度允许调节范围为50mm，理论上1426根拉索长度均不同，下料难度非常大。通过BIM实现下料长度自动计算，验证了设计计算长度并发现其23处错误。通过建立BIM模型还找出漏设拉索31处，调整不合理和不可行拉索122处，保障了整个体系施工进度。建立带有详细参数的嵌板族，导入到模型中并对幕墙系统中的嵌板进行标记，使得每块玻璃嵌板都赋予特定标记和参数，便于进行明细表统计。幕墙玻璃均为非标准玻璃，不同位置的玻璃尺寸形状均不相同。通过建立带有详细参数的嵌板族，导入到模型中并对嵌板进行标记，实现每块嵌板玻璃都赋予其特定的参数和标记，应用BIM进行数据明细统计，协助幕墙厂家进行下料生产。

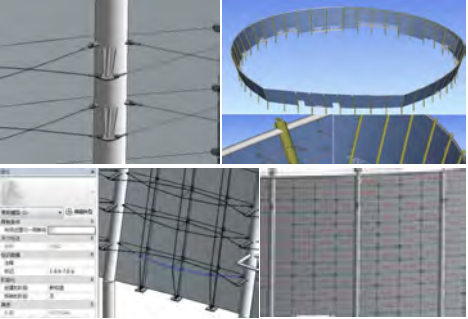


图15-1 玻璃幕墙及拉索整体深化设计

3、屋面铝板深化设计

考虑到屋面铝板的深化设计难点，通过基于建立金属铝板屋面BIM模型的基础上，应用BIM技术对金属屋面流线和亮化方案进行深化，协助设计方进行详细的屋面施工图设计，大大加快了深化设计进程，提升了各参与方对图纸的理解和把握能力。

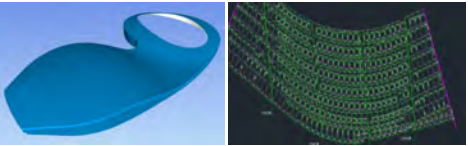


图15-2 屋面铝板的亮化及分块处理

4、锅炉房深化设计

由于设计方只提供锅炉房的主要工艺及控制参数，对锅炉房的具体布置并无指导说明。

对策：依据各供货单位锅炉尺寸数据建立锅炉房整体BIM模型；依据BIM模型推敲和判断其合规性和合理性；以BIM为基础，各方BIM协调，请设计审核确认，供货方生产采购。大大加快了深化审核流程及施工进度，避免施工等待。

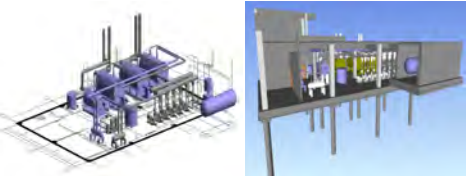


图16 地下室锅炉房设备布置

四、机电安装工程仿真

本工程地下室管线排布十分密集，净高要求非常有限，管线深化和施工困难很大。为此，总承包方首先确立管线综合布置流程；通过BIM对各管线进行多次碰撞检测，优化管线排布，构建复杂节点剖面详图；结合现场实际优化模型，报甲方监理核准。按系统分专业建立总体

安装BIM模型，实现不同专业、系统直观化审视和相应管线的明细表统计，方便了安装会议协调以及材料预估等工作。通过BIM进行碰撞检查，标记碰撞点，提交碰撞报告，指导管线综合排布调整，避免现场安装施工“打架”。整合多专业BIM模型，进行管线虚拟漫游，审视最低点标高，统一管线安装标高控制；在总包方的积极协调下，开展设计院、分包等的BIM出图协调，BIM安装交底等工作。

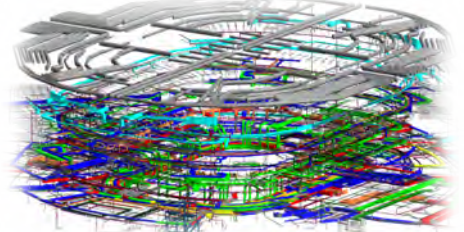


图17-1 机电安装整体BIM模型



图17-2 机电碰撞检测及地下室管廊标高漫游审视

五、工程数据交换与推送

信息化系统应用：从欧特克BIM信息平台上导出的各类明细表、既快速又准确。模型和数据由于存在关联、按设计师的意图进行了修改，相应的各类明细表也会更新，这样省去了大量重复算量的时间，出错率也因此而下降。将BIM模型与信息化系统对接和共享，以BIM模型中的材料数据为基准，对项目的材料采购申请进行量的控制，减少材料的积压浪费。通过项目级BIM工作站与集团信息化平台对接，将相关BIM信息推送至集团信息化平台，实现集团领导对本工程项目管理的BIM化，为构建集团BIM技术应用中心打下基础！

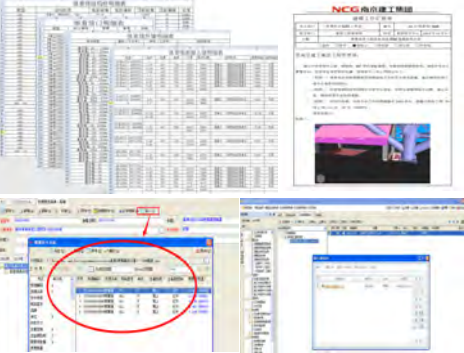


图18 BIM信息的交换与推送

BIM的出现将促进项目参与各方的协作效率的提升，在实现绿色设计、可持续设计方面具有明显的优势。绿色BIM理念将有效指导绿色施工，实现绿色建筑新突破。

—欧阳禄龙
BIM项目负责人
南京建工集团有限公司

总结

建筑业新常态下，BIM对促进大型施工企业战略转型将具有积极显著的作用。总的来说，通过南京青奥体育公园市级体育中心项目上的BIM应用，项目组展示和积累了BIM在施工工艺模拟、管线综合分析、深化设计出图、复杂节点模拟、方案审查、资源配置等方面的应用价值和经验，着力地促进了项目管理水平的提高。后续相关项目中，将进一步推广BIM技术应用，逐步强化与信息化系统的结合，促进企业级BIM应用，提升企业的综合竞争能力。

公司名称
上海宝冶集团有限公司

项目地址
越南，河静

应用软件
Autodesk® Revit® Architecture
Autodesk® Revit® Structure
Autodesk® Revit® MEP
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® Design Review
Autodesk® DWG TrueView™
Autodesk® AutoCAD®

依托互联网，利用BIM和云技术，搭建一个开放的建设工程服务平台，将各参与方全部整合在平台上，实现全程协同工作和建筑全生命期的管理。

— 龚利文
副总工
上海宝冶集团有限公司

BIM技术改变传统钢厂施工过程

——越南河静钢厂项目BIM技术应用



图1 上海宝冶集团有限公司概览

上海宝冶集团有限公司隶属于国资委监管的中国冶金科工股份有限公司，是拥有房屋建筑工程施工总承包、冶炼工程施工总承包“双特级”资质的大型国有企业。公司先后参加了宝钢、武钢、马钢、攀钢、山西海鑫钢厂、首钢钢厂、安阳钢厂等一大批国家重点冶金工程，已经成为中国冶建行业的排头兵和主力军。

上海宝冶在新中国许多重要的历史时期，承建了许多国家重点工程。在国内不仅冶金建设领域功勋卓著，还在市政工程的地铁、机场、高铁车站等，以及汽车、船务、电力、化工、电讯电子、建材等承建了众多最先进、最具代表性的各类现代化建筑。尤其是宝冶在各地城市化进程中，十多年建设的大型会展中心、体育场馆、文化中心已经过百。宝冶成立半个多世纪以来，见证了中国经济建设的风雨沧桑和灿烂辉煌。宝冶的工程已遍布全国各地，并不断走向海外，被誉为“冶金建设的排头兵”、“经济建设的国家队”、“过得硬的铁军”。宝冶已成为中国建筑业杰出的品牌。

项目概况

台塑河静炼钢厂位于越南中部河静省永安经济开发区，据越南首都河内410公里，距胡志

明市1300公里。计划建成一座一期年产能达706.6万吨钢胚，一期+1年产能达1,059.7万吨钢胚之炼钢厂，总占地面积约74公顷。本项目临近永安港，据北部海防港、中部岘港城之间，在国际航运中位于东南亚主航线的中点，为亚洲地区与全球航线的有利位置，便利了原料进口及成品出口。该项目立足于越南本地不断增长的钢铁需求，继而借地理，政策之利辐射整个东南亚钢材市场。将以河静省为中心，结合上下游相关产业，带动永安经济区及邻近城镇钢铁产业链的蓬勃发展，成为一个国际化钢铁产业重镇。

宝冶承接的是“河静钢铁炼钢连铸车间一期新建工程”“河静钢铁石灰厂建造统包工程”。主要工艺设备如下表：

转炉工厂：

a. 前处理区：3台KR脱硫炉

b. 转炉区：一台300t脱磷转炉、两台300t脱碳转炉

c. 二次精炼区：两台RH炉、一套双工位LF、一套LTS(吹氩搅拌站)

通过本项目经验积累，进一步提升了上海宝冶BIM技术应用水平，特别是管道预制和物流跟踪，为BIM技术的深度推广发挥巨大作用。

— 李桦
BIM中心总工
上海宝冶集团有限公司

连铸工厂：两套2流1,880mm板坯连铸机、一套6流大方坯连铸机、一套8流小方坯连铸机。

石灰窑统包工程：2套550t/d石灰炉(年运转天数332天,年产量36.52万公吨的石灰)。

项目难点

1. 雨季时间长达150-160天，旱季高温日长达100天，地质情况复杂
2. 现场平面道路，排水，及临时设施布置要求高
3. 设备基础基坑面积大，基坑深度大，开挖和支护要求高
4. 钢结构总量大，单件重量大，吊装难度大
5. 设备安装难度大，精度要求高
6. 工程所在地资源匮乏，物流条件差，现场仓储要求高

解决方案

1. 建模，可视化解决问题

在越南项目中，项目部在土建专业，钢结构专业，及工艺管道专业中使用了BIM技术。针对越南项目复杂的土建结构，技术人员利用Autodesk Revit软件进行建模，在建模过程中完成审图工作。Autodesk Revit在组合，引用各专业模型上，非常便利。通过组合全场各专业模型，发现单体与单体间设计问题，施工难点。发现问题之后，技术人员再针对各种问题的不同情况，通过沟通修改设计，增加措施，变更施工顺序等方式来提前解决这些问题。保证现场施工的平稳流畅。

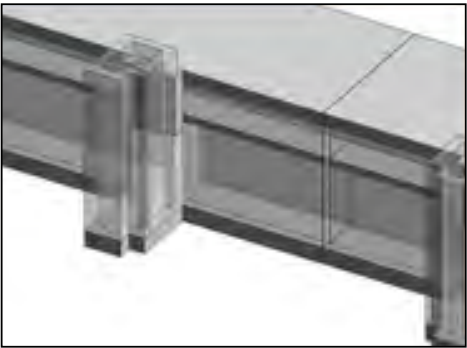


图2上 管廊B段存在部分封闭空间，需搭设死模

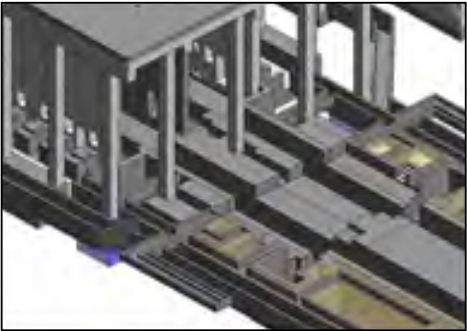


图2下 板坯连铸机蓝色基础缺少尺寸

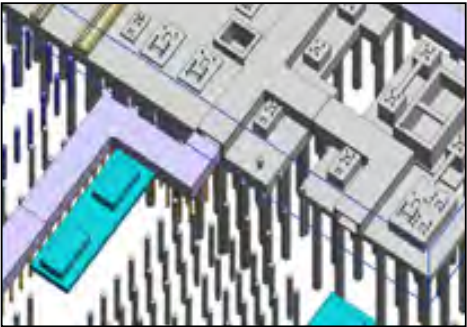


图3上 RH炉基桩和转炉基础存在冲突

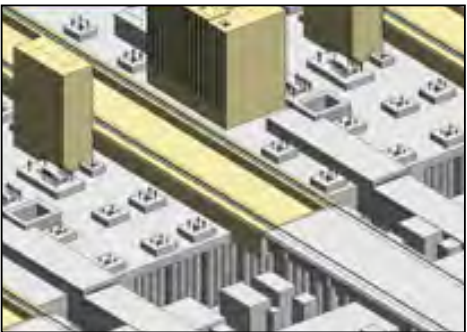


图3下 主控楼基础电缆隧道和转炉电缆隧道标高不一致

由于越南河静炼钢厂项目存在部分土建单体结构特别复杂，图纸量特别大。建模完成后，项目组利用Autodesk Navisworks软件进行整体模型的整合。建筑模型可视化以后，可以让非工程人员不用看正式图就对项目有简单直观的认识。在项目部讨论工程问题时，通过展示模型，可以让参与各方在更直观的平台沟通。



图4 大小方坯连铸机基础的结构复杂，图纸量很大

由于越南钢厂项目包括11万吨钢结构，模型零件数大约在250万个左右。一般的模型浏览工具都力不从心。Autodesk Navisworks软件在支持大体量模型中的表现非常好，是项目团队在经过多种软件测试后，唯一的一个可以显示越南河静钢厂炼钢连铸车间全部钢结构模型的浏览工具。并且利用Autodesk Navisworks本身自带的功能，实现了进度模拟，碰撞检查，漫游动画等功能，受到了业主的好评。

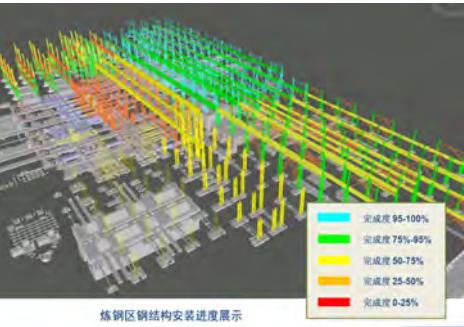


图5 炼钢区钢结构安装进度展示

2. 利用BIM技术实现精细化管理

a. 项目团队在Autodesk Revit软件中设计施工方案，使得团队可以更直观得讨论施工方案，令方案更加精细可靠。在优化方案的过程中综合考虑工程量和措施工程量，以达到节省工费，降低造价的目的。同时直接出平面剖面图，大大减少了技术员绘图所耗费的时间，把更多的精力放在设计方案中。

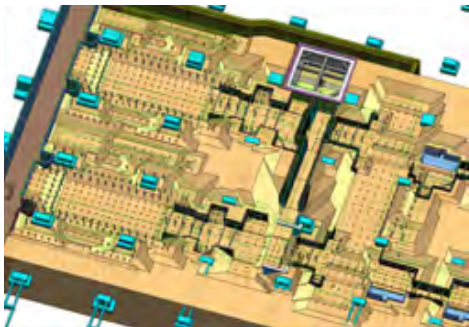


图6上 1#2#板坯连铸机基础开挖方案



图6下 1#2#板坯连铸机基础开挖现场

b. 在Autodesk Navisworks软件中内对密集空间内如地下水管廊、地下电缆隧道、地上管廊、液压房等区的管线进行预先布置优化，根据优化结果出具相应的平立面施工详图图，提前做好土建预留孔洞、避免碰撞、减少现场返工，达到节省材料，节省用工的目的。

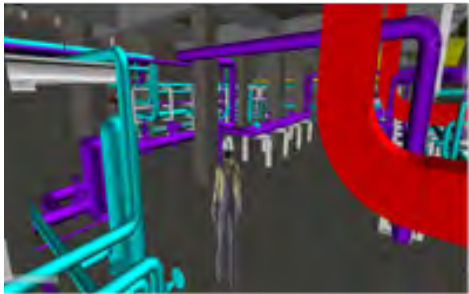


图7上 连铸配水间管道模型



图7下 连铸配水间管道与预留孔洞尺寸存在偏差

c. 利用Autodesk Revit软件对部分采用大直径钢筋区域，如地连墙钢筋笼进行施工优化，节约钢筋使用量。



图8上 地下连续墙钢筋笼模型

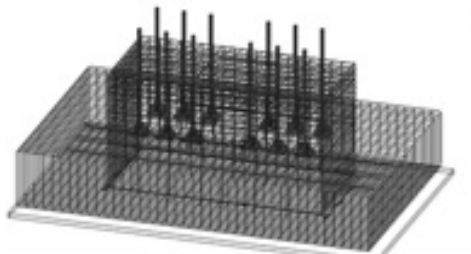


图8下 钢厂柱基础钢筋模型



图9 现场钢筋加工



3. 模拟重要工艺设备安装过程

炼钢厂作为冶金工艺的重要组成部分，存在设备量大，单体重量大，组装复杂，工序交叉多等难点。项目团队用Autodesk Revit对炼钢厂中主要大型设备进行了模型创建。并利用动画软件在模型中对部分重要大型设备进行了安装方案模拟，使得安装方案更加可靠，并依此模拟安装的成果，深化了设备安装方案。并在技术交底中利用模拟动画对工人进行交底。



图10 OG系统吊装工艺模拟



图11 安装工艺模拟



图12 安装方案

4. 利用BIM技术进行工程预算

BIM技术一个很重要大作用是对工程量的精确计算。Autodesk Revit在工程量统计中的功能很强大。项目团队在项目中对土建的混凝土量和机电管道的工程量进行了计量。由于技术的不成熟和BIM模型的认可度还不高，未能将模型工程量直接用于预结算。但其中基坑土方开挖量，混凝土量，管道量，管道焊接量等工程量都可以由软件直接导出，作为预算部门的参考。



图13 工程项目物料采购管理BIM应用流程

5. 4D模拟施工进度

按照工程项目的施工计划模拟现实的建造过程，在虚拟的环境下发现施工过程中可能存在的问题和风险，并针对问题对模型和计划进行调整和修改，进而优化施工计划。

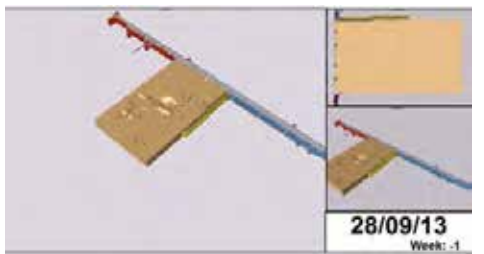


图14 1#2#板坯连铸机施工进度模拟

6. 实施管道工厂化预制和焊接施工数字化管理
传统的管道工程施工方法主要是现场安装，焊接，长期以来存在工人劳动环境恶劣，质量难以控制，施工周期长等问题。宝冶在越南河静项目中，对全炼钢连铸车间主要大型管道采用了工厂化预制的施工方法。

首先在Autodesk Revit软件内对密集空间内如地下水管廊、地上管廊、液压房等区的管线进行建模，多专业碰撞检查，优化布置。由于Autodesk Revit提供了方便的数据接口，宝冶BIM中心针对管道预制加工的管理自主开发了基于Autodesk Revit平台的管道分段插件。该插件主要功能是将管道模型按照原料尺寸进行分段，并导出深化图及可供后续管理的管道预制加工数据清单，交由加工厂加工。再将单线图交由现场安装人员。由加工厂将加工好的管段送至现场后，安装人员根据单线图进行安装。

利用该施工方法，将大量海外现场焊接工作转入国内工厂，有效地避免了越南的恶劣气候对焊接质量的影响；同时有效缩短了工期，有效降低了返工率，降低了成本。

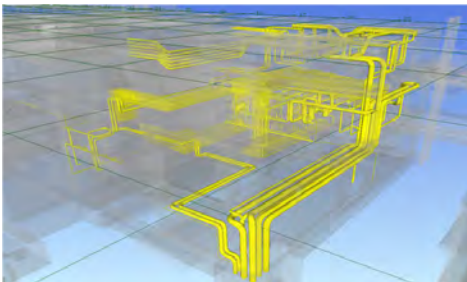


图15 管道模型

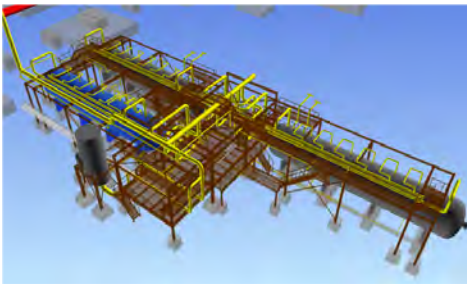


图16 工厂预制

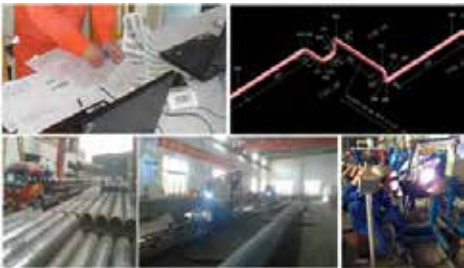


图17 已完成预制段

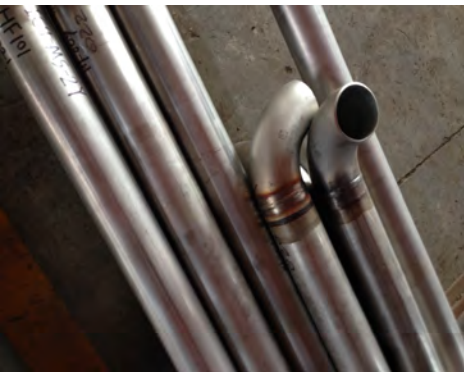


图19 已完成预制段



在越南河静钢厂项目上，通过BM技术应用，我们实现了全过程控制图纸质量，重点解决了专业之间的碰撞、管线综合设计、管道预制、钢结构物流跟踪等问题，提高了工程的整体施工质量。

一何兵
BIM总监
上海宝冶集团有限公司



图18 现场打包照片

7. 利用宝冶BIM竣工管理平台辅助项目信息化管理

《宝冶BIM竣工管理平台V2.0》是企业自主开发的文档及BIM信息服务平台。主要目的是服务于竣工的文档管理，直接的目标就是实现竣

工模型的完整交付。功能包括：1) 以项目BIM模型成果为主线，基于数据库和局域网客户端管理企业BIM资料；2) 管理模型结构树，对模型结构树节点关联各类项目文档资料，并可进行实时修改；3) 自定义搜索查询，搜索结果可在当前视图显示并显示所有关联的资料信息等十五项主要功能。在越南暴乱中，工程文档大量损失。由于本项目采用宝冶工程信息大平台进行文档管理，所以电子档文档保存完整。宝冶越南分公司已于2014年7月26日复工，工程文档仅需重新打印存档，几乎不需额外查找补遗工作。

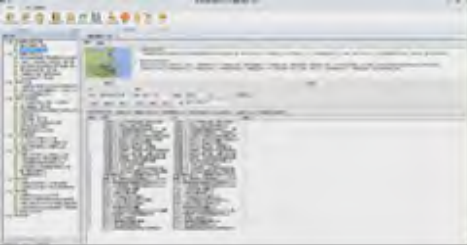


图19上 人员权限管理

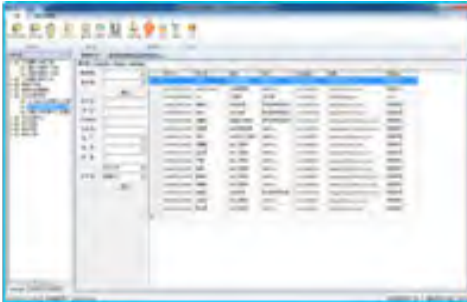


图19下 施工过程文档管理

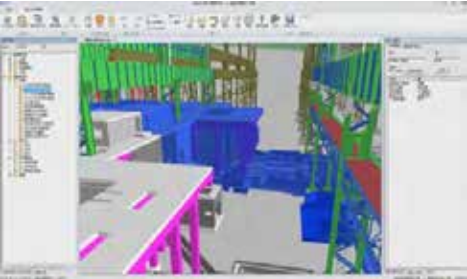


图20 模型文档关联

8. 钢结构互联网构件追踪平台

在越南河静炼钢厂项目中，由于工程地处海外、体量大、工期压力大，钢结构工序之间的

配合显得尤为重要。更因为项目前期钢结构图纸到图情况不佳，到图顺序和时间存在一定不确定性，构件加工顺序需根据现场总体方案和到图情况作出调整。

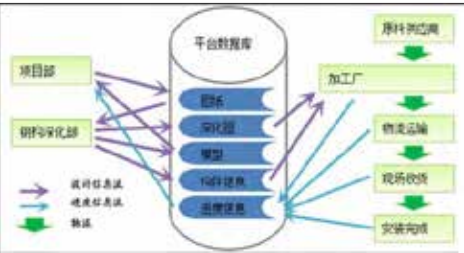


图21 信息原理图



图22 现场钢结构跟踪标签

通过钢结构物联网平台系统的使用使宝冶在越南项目中，可以全面使钢构加工物流流程透明化。真正实现全过程管理。项目部和钢构分公司项目部可以第一时间了解钢结构加工物流进度。就如快递公司一般简单便捷。在发现问题后及时与后方生产沟通，并及时调整生产加工计划。



图23 现场钢结构管理平台



图24 现场钢结构安装

项目总结

在社会对建筑业要求越来越高的今天，BIM技术的发展给行业带来了蓬勃的生机。全新的施工方法，全新的设计方法，全新的项目管理方式，以及“拼装式建筑”，“3D打印建筑”等新技术，都在BIM技术的发展下不断的被带动起来。对个人，对企业都是全新的挑战。宝

冶集团为了全方位的推进BIM应用，尽早适应建筑业的全面变革，在总部设立了BIM中心，积极投入研发，在施工应用，深化设计，预制预加工，协同工作平台等方面都积累了成果。公司同时并对各大型，重点项目提出BIM应用要求，不断积累项目应用经验。不仅瞄准各种BIM技术应用点，更看重与应用点相适应的管理方法，这样才能推动BIM技术在全公司普及并不断发挥作用。

随着BIM技术的更加普及，逐渐地也会面对越来越多用BIM来设计的设计院，用BIM来管理的业主。为了面对行业的变革，宝冶在BIM的道路上也立足长远，不断加强技术研发和人才培养。这样才能走在行业的前列，坦然的面对技术发展所带来的新机遇和新挑战。

公司名称
上海建工一建集团有限公司

项目地址
中国，苏州

应用软件
Autodesk® Revit® Architecture
Autodesk® Revit® Structure
Autodesk® Revit® MEP
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® Showcase®
Autodesk® 3d Max®
Autodesk® DWG TrueView™

BIM不仅在设计和管线深化方面发挥重要价值，通过有效的组织管理，对施工技术及管理方面也起到重要作用。随着越来越多的项目全过程应用BIM技术，积累更多经验，将会在工程项目上实现更多、更重要的价值。

一周涛
副总工程师
上海建工一建集团

信息化绿色施工

——苏州国际财富广场施工BIM数字应用



图1 苏州国际财富广场外观效果图

上海建工一建集团有限公司（以下简称一建集团）成立于1953年，是上海建工集团股份有限公司的全资子公司。本公司是一家具有房屋建筑施工总承包特级资质和建筑行业（建筑工程）甲级设计资质的大型建筑企业集团，注册资金3.8亿元人民币，从业人员总数达到3500余人，各类经济、技术人员1600人，拥有一、二级建造师近300人。一建集团年合同签约额超过190亿元，年施工产值超过140亿元，年建筑施工面积达到了810万平方米以上。一建集团坚持“和谐为本、追求卓越”的核心理念和“上海一建、勇攀第一”的核心价值观，始终不渝地贯彻“一建工程、一流质量”的方针。

项目概况

苏州国际财富广场项目本工程是由两栋超高层塔楼、一栋4层裙房以及3层地下室组成的集办公、银行大厅和餐饮为一体的综合性项目，总用地面积13051m²，总建筑面积约196474m²，其中地上建筑面积约157863m²，地下建筑面积约38611 m²。主体建筑西塔楼44层，高230m；东塔楼31层，高169.1m。建筑外墙采用玻璃幕墙，塔楼外墙由竖向板块构成，裙房外墙由横向板块构成。

塔楼功能主要包括出租用办公空间，以及位于最顶层的高级会所。两座塔楼的底部是四层互

通的裙房，裙房中包含挑高的办公大堂和共用的室内中庭。银行大堂占据底层及二层裙房的绝大部分区域。裙房中还包括咖啡厅、餐厅、会议中心、健身会所等设施。建筑地下设有一个三层地下室（局部夹层），主要功能为设备用房和停车场，同时还设有员工餐厅。整个工程建设贯穿绿色可持续发展理念，要求达到或超过绿色施工二星评审标准。

项目难点

上海建工一建集团作为总承包单位负责苏州国际财富广场项目全过程的BIM实施，承担承上启下的建模及管理责任，全过程历时36个月，时间跨度长。在整个实施过程中，首先要实现BIM模型与时间进度的关系，将BIM 4D技术有效的应用于整个总包管理中，起到时间进度控制的目标。

Autodesk产品线提供了准确的模型数据构建（Autodesk Revit），漫游、碰撞、时间轴和工程量统计工具（Autodesk Navisworks）。开放的API接口，使一建集团的BIM开发团队能够通过二次开发，根据项目的实际需要，将时间维度和工程量维度有机的结合，为总包管理单位实现形象进度向实物量进度的转换。

一建集团在苏州国际财富广场项目BIM实施的全过程中，BIM团队与总包管理团队紧密合作，将施工过程中的实际需求和BIM技术有效结合，在项目中实现BIM数字化、4D进度管控、BIM信息化管理，实践“绿色施工”的目标。

解决方案

准确BIM建模

本项目BIM实施的重点是总包阶段应用BIM技术，对施工技术及管理进行辅助。作为BIM实施的基础，一个准确的模型是BIM应用价值体现要素。准确的BIM模型是全过程的、连续的、及时的，是随着项目变化而调整

的模型。

一建集团作为总包团队负责项目管理，能获得全面的施工阶段信息和数据，本项目就有总包BIM团队使用Autodesk Revit软件负责全专业的建模，主要包括：结构、建筑和机电专业。BIM现场团队设置在总包技术部，所有签证及

变更单都将流转到BIM团队并签收，以确保模型的及时调整，反映项目现场的实际情况。



图2 苏州国际财富广场上部结构模型

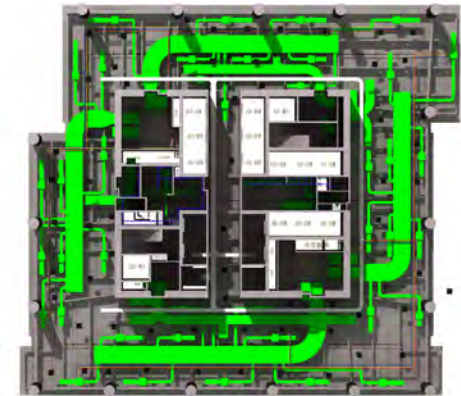


图3 苏州国际财富广场单层机电-结构模型



图4 苏州国际财富广场Revit模型3dMax渲染图

数字化模型应用

在完成大底板建模后，BIM实施团队拿到大底板浇筑方案，在完成场布和车流向建模后，根据项目要求，计算各阶段浇筑情况及相应土方量，被用以车辆安排参考。

项目部借助BIM技术，轻松创建、审核和编辑四维进度模型，编制更为可靠的进度表。可视化让进度安排与三维模型直接对接，从而使规划的施工流程与项目相关方顺畅沟通。

一高健
项目总承包经理
苏州国际财富广场

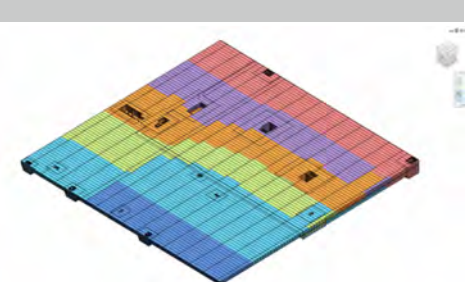


图5 东区大底板浇筑精算模型

BIM技术人员利用Autodesk Revit 2013最新的零件工具，将大底板拆分成斜率为1:10（混凝土属性）的坡面零件。然后，对每个零件设置坐标参数，并导出到Excel表。同时，每个单位零件的体积也将导出到Excel表中。

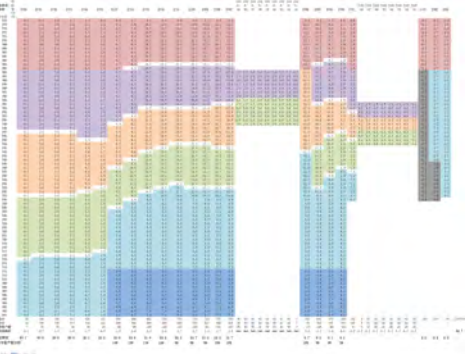


图6 二次开发后的泵车浇筑推演表

根据浇筑方案，本项目底板工程将采用5辆泵车工作。同时，对两个必选方案进行模拟。Excel表中的每个颜色代表特定泵车。通过演算比选确定了最终方案。

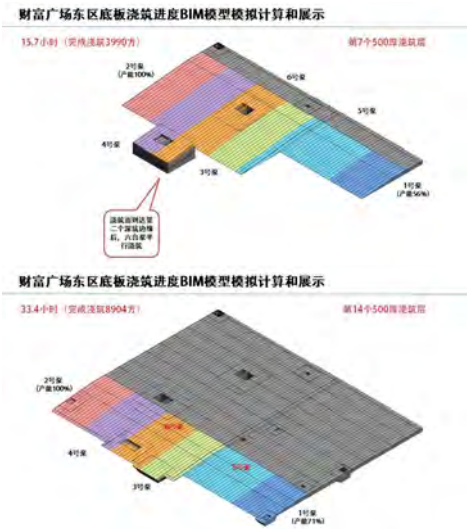


图7 东区底板浇筑进度BIM模拟计算及展示

基于BIM技术首先对西区大底板浇筑进行模拟，在之后实际浇筑过程中，被模拟结果与实际进度相符率达到85%，同时，实现最后一车准时准量收尾。

但是，在西区大底板浇筑模拟的过程中，从大量的细分零件的数据获取和坐标设置及编码，形成可以被用于计算的矩阵数据是一项繁琐的工作，并且，被用于项目必选过程中，难免的变更更增加工作量和响应速度。针对这方面的问题，BIM工作室基于Autodesk Revit此功能进行了二次开发，使其能够设置参数，自动形成矩阵编码，赋予不同的颜色，并可调整相关参数。使整个工作从1个人天缩短到2个小时，能够更快的适应方案的调整。



图8 Revit零件切分功能开发后界面

施工方案模拟

苏州国际财富广场项目采用Doka模板技术，方案较新，施工人员熟悉程度不够，先期施工进度较慢。Doka模板的爬升频率比一般钢平台及悬挑脚手架等方式高，同时受核心筒施工、塔吊高度等影响。在计划安排中，核心筒爬升计划由总包团队负责编制，塔吊爬升计划由钢结构分包单位安排，而Doka模型爬升相关技术方案由供应商提供。一建集团利用Autodesk Navisworks软件，将各专业模型及时间计划统一在一个模型中，并通过“Timeliner”和“Clash”功能进行进度的“软碰撞”，分析方案的合理性并进行调整。

BIM团队通过多次方案的调整，并形成过程动画模拟并据此进行技术交底，施工参与方充分理解了Doka模板技术工艺的要求，使施工计划合理可行，保证进度顺利进行。

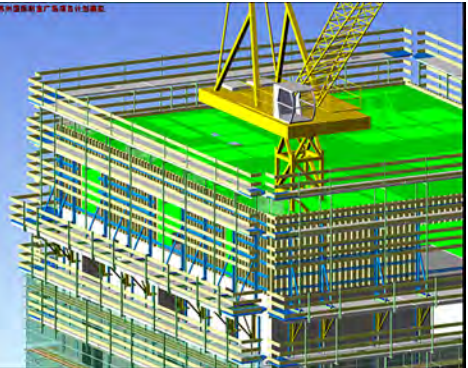


图9 Doka模板施工方案模拟（Autodesk Navisworks）

全程4D跟踪

施工计划及进度是施工阶段BIM实施的重要内容，主要工作为：将施工各级计划进度4D建模并且动态演示，通过施工计划建模，判断计划的合理性，并进行调整。为确保与业主沟通的可视化效果，一建集团采用Autodesk Revit建模，Autodesk Navisworks排程编制，并基于Autodesk 3d Max动画进行计划的演示。在实施模式中采用FBX格式进行文件的转换，同时，采用mental ray渲染器进行图片及动画的制作。



图10 阶段工况模型（Autodesk Revit to Autodesk 3d Max）

基于Navisworks平台可能形成准确的计划，实施过程中更重要的是将计划和进度结合，辅助总包单位进行时间进度控制。其中实现进度管控的重点是如何从施工现场获得数据。在施工现场BIM团队参与每个月的工程例会，提供下个月详细的计划模型，同时，根据当月的工程统计报表，构建实际进度模型，并与计划模型进行比较，呈报总包和业主。

一建集团在BIM实施过程中，始终坚持采用信息化的手段进行模块化工作。所有现场数据都将导入项目数据库，再通过各软件的接口或者报表同步系统进行数据传递。在4D进度模型的调整中，采用数据库导出的CSV文件作为进度编制的数据库，所有的数据都将被修改、添加、删除到数据库源中，并和BIM模型相关的构件相关联。

通过模型调整、负责人沟通和例会交付的过程，项目现场实施三年内始终保持BIM 4D模型的连续性、准确性和有效性。

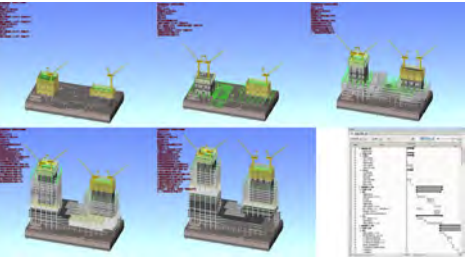


图11 Navisworks 4D工程进度模拟

动态数据挖掘

Autodesk Navisworks的Quantity功能提供了模型量统计，一建集团在项目实施过程中，将结构、机电、装饰等数据进行分类算量，提供给总包及甲方管理团队作为参考，辅助成本投资控制。

Figure 12 is a screenshot of the Autodesk Navisworks Quantity tool. It shows a list of items and their quantities. The items are categorized by material type, such as concrete, steel, and masonry. The quantities are listed in a table format, with columns for item name, quantity, and unit.

图12 工程量清单透视表（机电、装饰）

一建集团BIM工作室的开发团队，通过二次开发，实现了时间进度与工程算量相结合，将施工现场反馈的工程情况，直接用工程量的形式体现出来。Autodesk Navisworks的API接口简化了二次开放团队访问模型后台数据的难度，通过对模型几何数据、构建分类信息、时间进度、工程量等数据进行提取、转换、展示，发布到BIM数据仓库平台，实现工程项目信息化管理，实践施工过程管控的透明化、合理化。

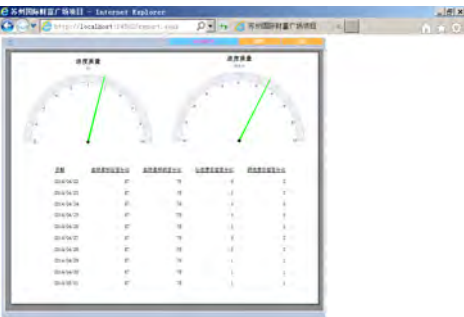


图13 一建集团BIM项目数据仓库平台-1



图14 一建集团BIM项目数据仓库平台-2

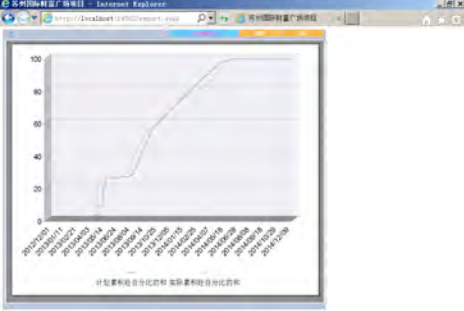


图15 一建集团BIM项目数据仓库平台-3

Figure 16 is a screenshot of the BIM data warehouse platform. It shows a list of items and their quantities. The items are categorized by material type, such as concrete, steel, and masonry. The quantities are listed in a table format, with columns for item name, quantity, and unit.

图16 一建集团BIM项目数据仓库平台-4

“苏州国际财富广场BIM数据仓库平台”的数据源基础是由Autodesk Revit模型转换后的NWD文件，开发平台使用Visual Studio，数据

通过BIM的碰撞检测和方案优化，发现了大量图纸、方案中的不合理之处，及时调整，减少了现场返工，节约了巨大的人工和材料成本，保证了项目成本始终处于受控状态，取得了较好的项目效益。

一赖文
项目总承包现场工程师
苏州国际财富广场

库为SQL Server Express，报表系统采用Crystal Reports。一建集团正在更新报表系统，希望能够更好的展示和挖掘BIM模型的成果。

总结展望

上海建工一建集团通过两年多在苏州国际财富广场项目的总包BIM实施，采用Autodesk产品线软件，不断规范标准、修正流程，形成了比较完整的总包BIM全过程实施方案。一建集团相信BIM将对未来建设项目管理产生重大变革，必须通过不断完善BIM实施过程中的信息化手段，如：共享平台、云技术、移动技术等，将执行流程固化，使BIM的价值能充分体现在项目管理中。上海建工一建集团将坚持成为工程项目BIM实施和信息化管理的实践者和领导者。

公司名称
上海市隧道工程轨道交通设计研究院

项目地址
中国，上海

应用软件
Autodesk® Revit® 2015
Autodesk® Navisworks® 2015
Autodesk® BIM 360™
AutoCAD® Civil 3D®
Autodesk® 3ds Max®
Autodesk® AutoCAD®
Autodesk® InfraWorks

BIM技术已掀起建筑产业又一次革新浪潮，借助于BIM技术，可以有效优化项目设计品质、提高工程质量、控制建设成本，并为项目数字化运维奠定坚实的数据基础。

—陈鸿
技术研发中心主任
上海市隧道工程轨道交通设计研究院

数字化地铁——上海轨道交通12号线西段项目中的BIM技术应用

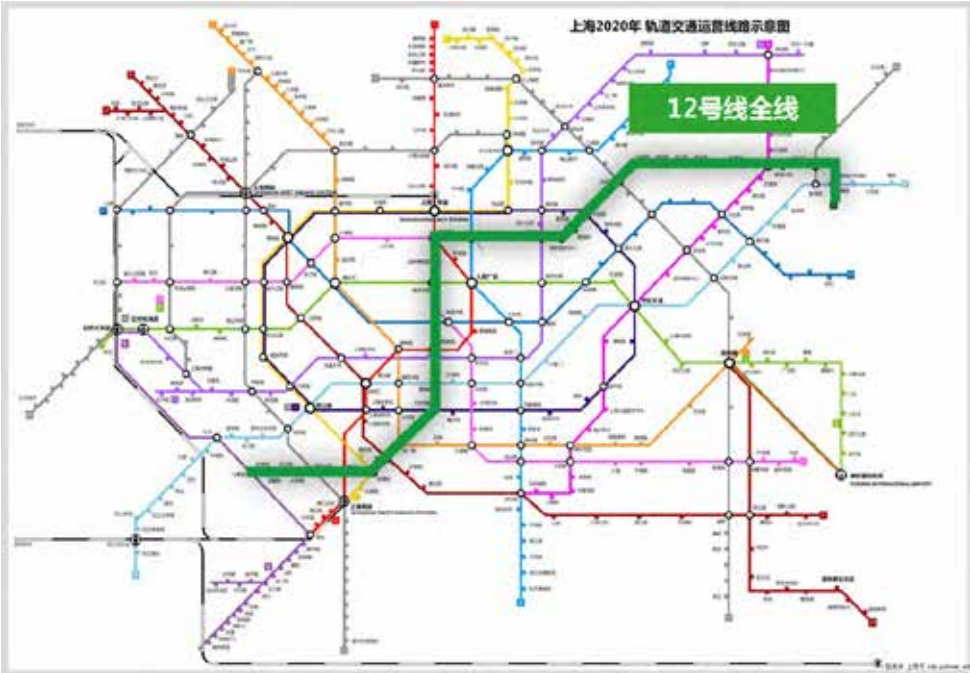


图1 上海轨道交通12号线线路走向图

上海市隧道工程轨道交通设计研究院，为上海申通地铁集团子公司，是从事隧道工程、轨道交通、给排水、道路、桥梁、建筑、装饰、智能设计、勘察和测量等专业的甲级勘察、设计及甲级咨询资质的单位。先后承担了包括国家“863”计划在内的多项国家级重点工程科研项目，荣获了包括国家质量金质奖、银质奖、全国设计金奖在内的上百项国际、国家、部委、市、局的各类奖项。填补了我国水底建造道路隧道的空白，开创了我国城市轨道交通的先河，在隧道与轨道交通等重大工程中创造了多项“中国第一”和“世界水平”，并拥有众多的专利技术。

项目概况

申通地铁集团作为我国城市轨道交通项目开发的领头企业，在项目建设上率先引进了BIM技术。最近几年开展的项目如9号线、11号线迪斯尼段、12号线、13号线等，都采用了BIM技术来辅助项目的设计及施工，提升了项目整体建设水平和质量，大大地减少了项目变更，降低了项目建设成本。

上海轨道交通12号线是上海市轨道网络中主要骨架线之一，线路从城市的西南向东北方向行走，穿越了闵行、徐汇、黄浦、静安、闸北、虹口、杨浦及浦东新区8个区，起点七莘路站，终点金海路站。正线全长约40.417km，共设32座车站、1座定修段、1座停车场。

2013年先期开通运营的线路是位于闸北、虹口、杨浦及浦东新区的东段工程，即曲阜路站~金海路站（实际开通运营车站为天潼路站~金海路站，其中曲阜路站作为临时起点站折返使用，暂不开通），线路长度19.717km，共有15座地下车站。另设巨峰路主变（与6号线共享）、溧阳路主变（与10号线共享）、金桥定修段及中山北路控制中心。

本项目为上海轨道交通12号线西段部分工程（6站3区间），BIM应用过程中，我们组建了由多名资深轨道交通行业专家组成的标准编制组，积极调研设计、建设、运维等各方面需求，率先编制了城市轨道交通建筑信息模型系列标准，通过标准的落地执行，指导BIM应

用，提高了项目的设计质量和项目建设管理水平；借助Autodesk Revit API接口，定制开发了Autodesk Revit效率工具包，提高了建模效率；同时，整合Autodesk Infraworks和Autodesk Navisworks软件进行管线综合碰撞检查、地下区间三维设计、装修效果仿真、及大型设备检修路径复核等应用；在施工阶段，开发了12号线区间隧道施工监测平台，将BIM模型及周边GIS数据进行整合，并实时上传施工监测数据，通过web平台进行三维可视化展示及提前预警；采用交互式施工质量控制手段进行三维激光放样及三维扫描从而有效地控制车站施工质量。

项目难点

与民用建筑及一般的市政建设项目相比，轨道交通项目具有点多、线长、面广、规模大、投资高、建设周期长的特点，且机电系统复杂设备繁多，建设、运营风险高、社会责任大，对建设和运营特别是运营提出了很高的要求。另外BIM技术的应用将改变传统项目建设流程和组织架构，BIM应用也会涉及各专业和各个过程，相关方的实施及应用流程需要有统一的标准，以实现统一的数字化表达。

解决方案

在12号线项目中，由业主方牵头，建立起基于三维协同的工作机制。主要的BIM应用包括：三维协同设计、工程算量和施工监测管理及施工复核。

1. 项目统筹：
工欲善其事必先利其器。
在项目开始阶段，我们主要进行了以下三方面工作：组建团队、标准编制、二次开发。

2. 组建团队：



图2 工作团队组织架构

从我院各专业抽调精干力量，组成上海轨道交通12号线西段工程工作组。项目团队目前有十五人：工程管理两人，软件工程师两人，建筑工程师三人，结构工程师四人，MEP工程师四人。

3. 标准编制：
推广应用BIM技术首先须解决的问题就是BIM标准的问题，国外的标准研究和编制起步较早，已经初具雏形，国内也已及时跟进。

我们组建了由多名资深轨道交通行业专家组成的标准编制组，积极调研设计、建设、运维等各方面需求，率先编制了城市轨道交通建筑信息模型系列标准。

截至2014上半年，上海申通地铁集团已完成了第一期三本BIM标准的编制工作，具体为《城市轨道交通设施设备分类与编码标准》、《城市轨道交通工程建筑信息模型建模指导意见》、《城市轨道交通建筑信息模型交付指导意见》，申通地铁集团成为全国率先编制城市轨道交通BIM标准的企业。



图3 一期五本标准的制定

通过标准的落地，来指导BIM工作，从而提高了项目的标准化，准确化。根本上提高了设计质量和管理水平。

4. 二次开发：
我们借助Revit的API接口，自主开发了Revit的插件，建立了满足上海轨道交通设计建模标准的族库，大大提高了建模效率。

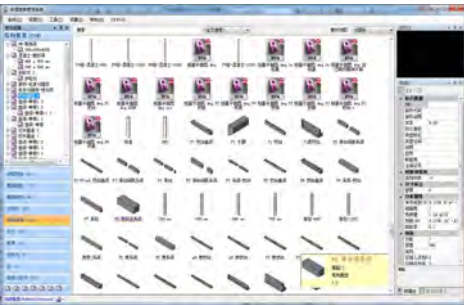


图4 Autodesk Revit软件及族库



图5 自主开发的BIM工具集

地下区间三维设计

在初步设计阶段，我们进行了区间环境仿真，在区间建模方面，我们不仅建立了区间盾构的模型，我们还通过软件，建立了地层的信息模型。为后续的施工管理监测提供了模型基础。

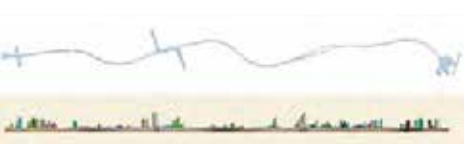
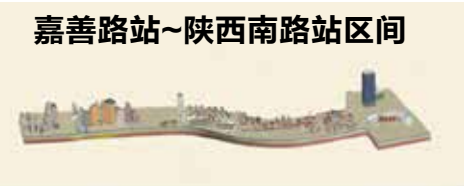


图6 嘉善路-汉中路 区间、车站、土层三维模型

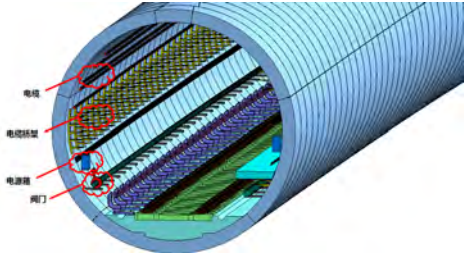


图7 地下区间三维设计

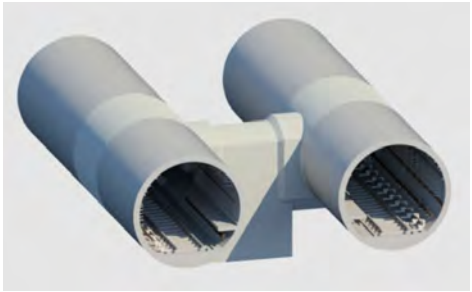


图8 地下区间三维设计

三维管线综合

在施工图设计阶段，设计人员分别创建建筑、结构、给排水、暖通和电气专业的BIM模型并将各专业模型整合成一个完整模型。设计人员基于此模型，在三维虚拟环境中，对车站机电管线进行“预装配”，及时发现管线与结构构件之间的碰撞、各专业的管线碰撞等问题，根据碰撞检查结果进行分析并生成协调数据，解决设计图纸中可能存在的“错漏碰缺”，优化设计图纸质量，避免后期的设计变更及施工返工。

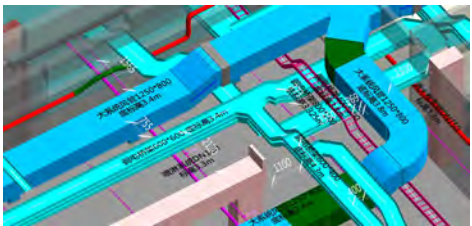
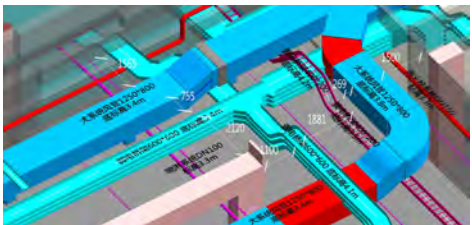
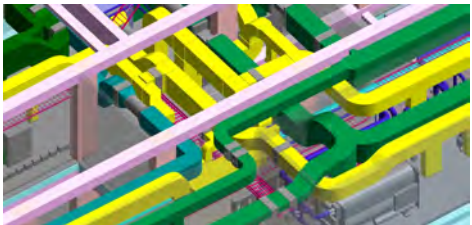
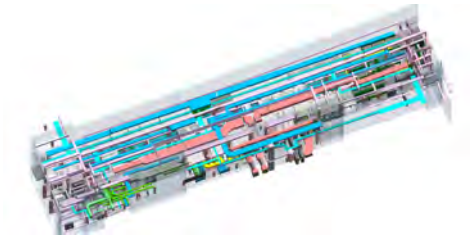


图9三维管线综合

装修方案设计

在施工图设计阶段，我们对模型对象赋予材质信息，颜色信息以及光源信息，进行装修效果模拟，达到所见即所得的目的，通过漫游动画，使决策者和设计人员置身其中，对于优化设计方案，呈现设计效果，稳定装修方案，起到了很大作用。



图10 装修方案设计

工程量辅助复核

在施工图设计阶段，很重要的一个工作就是提供满足招标需求的施工工程量。

经过初步设计、施工图设计阶段不断完善的BIM模型包含丰富完整的设施设备几何和非几何信息，基于如此精细的BIM模型可以进行准确的工程量统计工作，提供满足招标要求的土建、机电、装修工程量辅助统计表，包括标准构件及典型结构的钢筋用量及含钢量分析，辅助项目投资监理精确复核工程算量，节省项目成本。

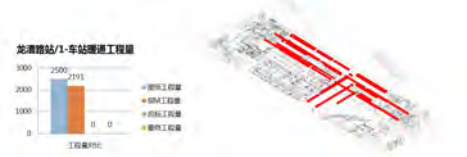
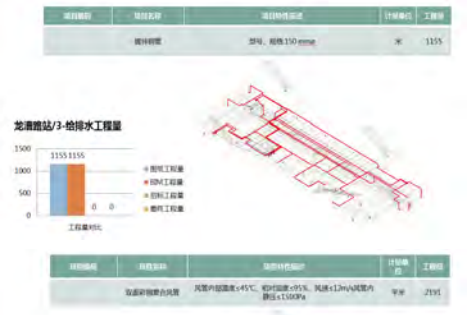


图11 工程量辅助复核

欧特克提供了相对完善的建设阶段BIM软件解决方案，各产品之间数据无损传输解决了细分阶段数据传递共享问题，这正是我们所看重的。

—夏海兵
技术研发中心BIM所所长
上海市隧道工程轨道交通设计研究院

大型设备检修路径复核

在施工图设计阶段，我们进行了大型设备检修路径复核模拟。以前的施工运维过程中，经常会出现由于设计不合理，导致大型设备检修运送出现设备无法运出的问题，或设备空间不能满足检修需要的情况。现在通过BIM技术，我们先期就在三维空间中模拟了大型设备的运送检修路径，充分避免了设计不合理导致的后续问题。

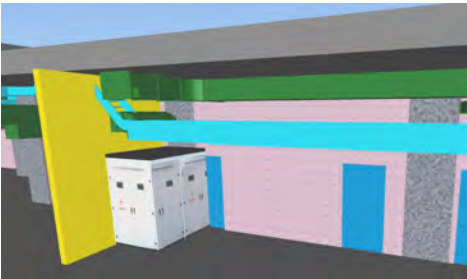


图12 大型设备检修路径复核

三维施工信息管理平台

在项目的施工阶段，我们还整合利用BIM技术、GIS技术及物联网技术，搭建项目施工信息管理平台，提高项目施工管理水平。在12号线汉中路~嘉善路区间施工中就试点应用施工三维可视化平台，该平台将项目实时施工进度、隧道结构变形数据、地面沉降数据、建筑物沉降

倾斜数据等实时变形监测信息与BIM模型及周边GIS数据进行整合，在web监测平台上以三维可视化的形式展示，并将重要信息实时推送至管理人员邮箱，辅助施工单位和项目公司及时掌握相关信息并做应急响应。

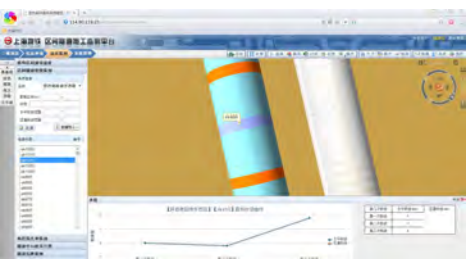
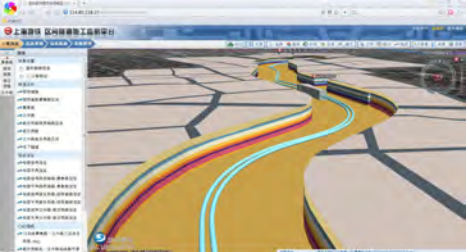
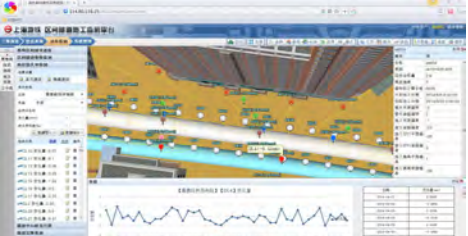
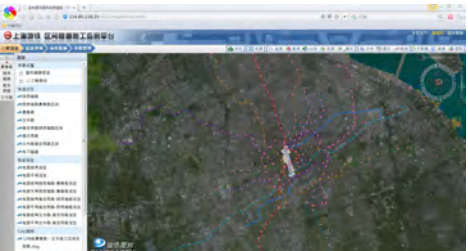


图13 三维施工信息管理平台

激光放样

在机电安装和装修分项工程中，从BIM模型中导出关键点坐标，借助机器人全站仪进行激光放样，控制放样精度，确保施工质量。传统的放样方式，施工中会存在大量误差，如果在BIM设计的前提下，依然采用旧的施工方法，这无异于新瓶装旧酒。现在通过激光放样，我们可以与BIM设计模型紧密结合，从而真正将BIM信息数据利用起来。

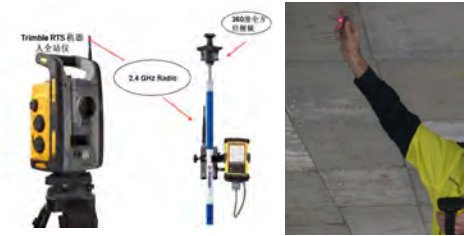


图14 激光放样

3D点云扫描

在施工阶段，我们将车站内部施工完成面扫描成点云模型，并整合进BIM模型进行对比，生成误差报告，及时调整后续工序的放样尺寸，节约施工成本。从下图可以看出，经过点云扫描的数据，与BIM信息模型结合对比后，会用不同颜色显示出不同的施工精度，方便设计和施工人员进行质量控制。

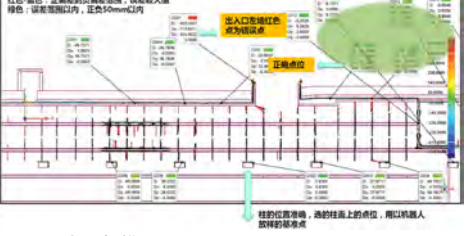
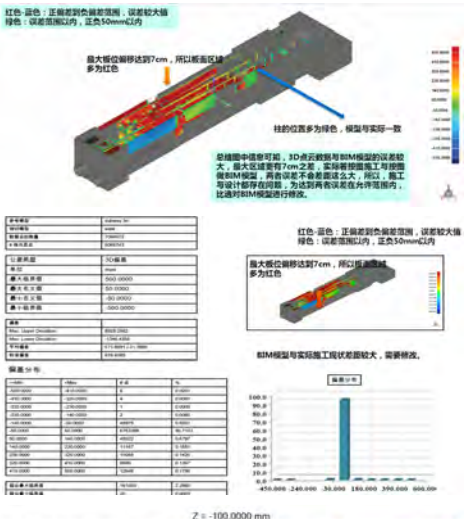


图14 3D点云扫描

总结：

在业主的牵头下，将BIM技术运用到上海轨道交通12号线工程中，通过在设计阶段建立项目的三维信息模型，继而录入施工过程中项目的土建、机电设备等相关信息，打造了一个建设全过程的数字化、可视化、一体化系统信息管理平台，为后期运营维护信息化打下坚实的基础。

基于Autodesk Revit软件，我们搭建了项目协同设计环境，并开发了城市轨道交通专用族库及插件，大大提高了我们工作效率。

—汲小涛
技术研发中心BIM所BIM项目经理
上海市隧道工程轨道交通设计研究院

在今后的工作中，还需要着力于以下几点：

1. 编制针对行业特点和企业需求的BIM应用标准，规范和统一各参与方BIM应用实施，

2. 指导各环节数据的建立、传递和交付，各专业之间的协同，建设参与各方的协作，以及质量管理体系中的管控等过程，规避各阶段成本浪费、信息冲突等风险，实现设计、施工、运维全流程各阶段及各实施方之间的数据无缝整合、资源及成果共享、BIM模型数据可持续利用；

3. 结合行业特点定制开发针对企业需求的软件插件包，固化BIM标准，提升BIM应用效率和数据统一性与复用性；

4. 拓展BIM技术在规划、设计、施工以及运维各阶段应用点的广度和深度，进行数据挖掘和分析，充分发挥数据的价值；

5. 基于BIM数据，搭建项目协同管理平台，整合项目各参与方，提高数据传递及项目协同效率，消除项目建设中“信息孤岛”及“信息海洋”的传统问题，确保项目数据的及时有效沟通，实现真正意义的项目全生命期的数据传递与共享，为项目建设各参与方以及包括项目运营单位提供协同工作的基础，在提高建设效率、节约成本和缩短工期方面发挥至关重要作用。

公司名称
水利部新疆维吾尔自治区水利水电勘测设计研究院

项目地址
中国，新疆

应用软件
Autodesk® IDS高级版套件
Autodesk® BDS旗舰版套件

新疆院将扎实稳步推进BIM工作，进一步提升我院的勘测设计水平和市场竞争力。为了开拓国际市场，正在积极努力洽谈在外设合作机构，以便辐射中亚市场，新疆院将组织精兵强将、配备最强的力量和资源，不辱使命，为国争光。

一张剑
院长
水利部新疆维吾尔自治区水利水电勘测设计研究院

阿尔塔什水利枢纽工程中的BIM技术应用

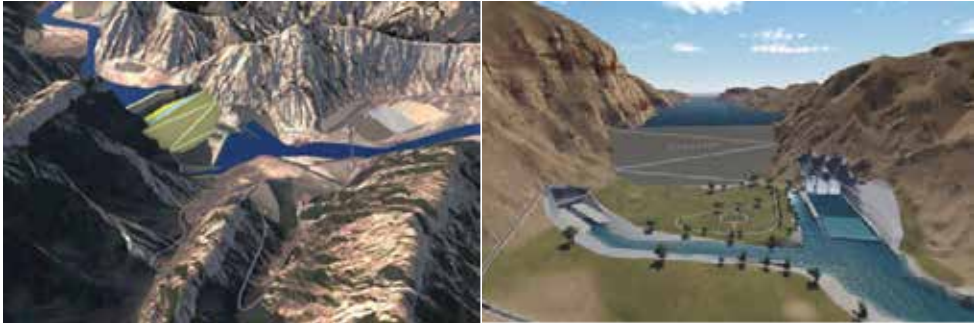


图1 阿尔塔什水利枢纽工程枢纽区布置鸟瞰图

水利部新疆维吾尔自治区水利水电勘测设计研究院（以下简称新疆院）创建于1955年，隶属水利部与新疆维吾尔自治区双重领导，是我国西北地区技术力量雄厚的一家甲级勘测设计研究单位。

新疆院具备承担江河流域规划、大中型水利水电工程的勘察、设计、咨询、监理、施工、环境影响评价、水土保持、水文水资源论证、岩土工程施工、工程招标代理以及工业与民用建筑、送变电、风力发电工程、对外承包工程与进出口企业等资质及工作能力。

新疆院在职职工1247人，教授级高工60余人，高级工程师300余人。累计获国家级、部级、自治区级优秀勘测设计项目达到145余项，其中近5年就达近60项，1999年进入“全国勘察设计行业综合实力百强单位”行列。2012年继续保持全国水利水电勘测设计行业信用等级单位AAA+荣誉称号。

项目概况

叶尔羌河流域地处我国新疆西南部喀什地区，塔里木盆地西南边缘，曾是塔里木河的第一大支流。阿尔塔什水利枢纽工程是叶尔羌河干流山区下游河段的控制性水利枢纽工程，在保证塔里木河生态供水条件下，具有防洪、灌溉、发电等综合利用功能。

水库总库容22.5亿m³，最大坝高164.8m，控制灌溉面积477.96万亩，电站装机容量730MW，为大(1)型一等工程。枢纽工程由拦河坝、1#、2#表孔溢洪洞、中孔泄洪洞、1#、2#深孔放空

排沙洞、发电引水系统、电站厂房等主要建筑物组成工程总投资102.11亿元。

项目难点

水利水电工程的建筑物体型复杂、设备种类繁多，施工交通纵横交错、布置宏大。水利水电工程的勘探设计工作涉及多领域、多学科、多专业，设计流程与专业协调复杂多变。“全面推动三维设计、提高生产力，实现水利水电工程全生命周期管理，BIM应用水平达到全国水利行业领先水平”，设计勘探工作实现全面协调化、信息化和可视化，是新疆院不断追求和探索的目标和方向。

解决方案

阿尔塔什水利枢纽工程项目中，新疆院打破传统的设计模式，建立了基于BIM的三维设计和协作机制。BIM技术应用包括：地形处理、地质生成、方案分析比选、设计BIM模型、对模型进行有限元分析、BIM模型深化、经济分析、专业间协同、完善BIM模型信息等。

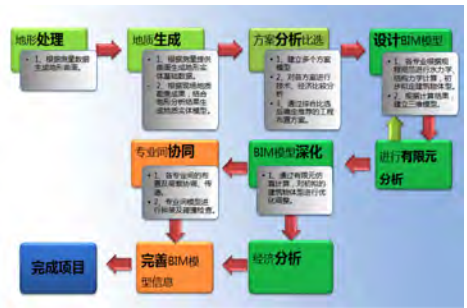


图2 BIM应用流程图

地质实体模型设计

测量专业把外业勘测的地形测量数据，在Autodesk Civil 3D中进行处理，生成地形曲面模型；地质专业在地质信息软件中将地质勘察数据进行整理分析，生成体量模型；通过Autodesk Inventor将体量模型和地形曲面进行融合，获得融入地质信息的实体地形模型；在模型验证后，将成果提交给下游专业。

地质实体模型的建立，使二维的地形和地质信息变得直观和生动。并随着阶段的深入，地质勘察数据的丰富，地质实体模型将更趋近与真实的地形地质情况。为下游专业设计的合理性和准确性提供了保证。

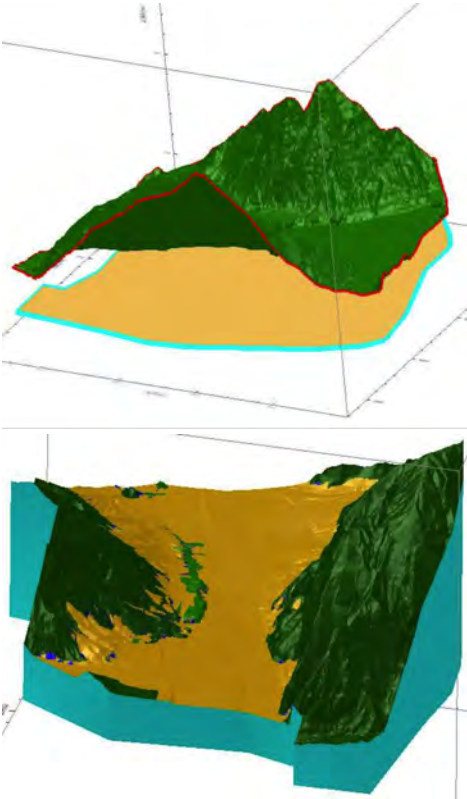


图3 地形曲面模型和地质三维实体模型

项目方案设计

在地质实体模型上进行各方案工程布置，使用Autodesk Revit、Autodesk Inventor建立各方案工程布置水工建筑物、水机设备、电气设备的实体模型；创建实体模型统计工程量清单的方法，达到了精确算量的水平，为后续的经济比

选和方案决策提供了有力保障。经过对各方案技术方面和经济方面的比较，得出技术可行，经济最优的方案作为推荐方案。

通过三维地形曲面可以直观反映出右岸为高陡边坡，不利于水工建筑物布置。因此主要泄水建筑物布置在左岸，针对右岸发电引水系统进口进行位置比选。根据枢纽区左、右岸地形条件，可以直观的看出，右岸存在高陡边坡问题，不利于泄洪系统布置，均布置在左岸。



图4 方案一枢纽布置



图5 方案二枢纽布置

图4、图5为枢纽布置方案一和方案二的总体布置模型，从图中可以直观的看出方案一发电洞进口闸井位置避免高陡边坡开挖处理。方案二发电洞进口闸井位于右坝肩上游侧，闸井平台以上最大开挖高度达320m，存在高边坡处理及边坡稳定问题。从经济上比较方案一发电洞的运行安全较优且工程投资较方案二节省1.2亿元，因此推荐方案一的布置型式。

砼面板坝具有技术可靠，施工简单，投资（16亿）相对沥青砼心墙坝少1.5亿等优点，因此选定砼面板坝作为代表坝型。

建筑物模型设计

在得出推荐方案后，利用标准化模型数据库，使用Autodesk Revit、Autodesk Inventor完善推

荐方案的水工建筑物、水机设备、电气设备的实体模型。利用Microsoft Office Excel作为参数数据的中间载体，在Autodesk Revit和Autodesk Inventor里将Excel数据导入，自动生成模型；同时建立了可视化模型与数字化文件的连接，在方案变动、修改模型的同时，Excel数据跟着实时变化，从而链接到Autodesk Revit和Autodesk Inventor里进行模型的同步变动，成功建立双向工作渠道。

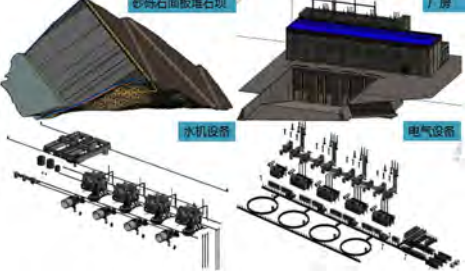


图6 建筑物模型参数化模型

有限元仿真计算

使用Autodesk Revit、Autodesk Inventor建立的水工建筑物等实体模型可以导入有限元仿真计算软件，弥补了有限元仿真计算软件建模能力的不足；重要的建筑物模型要通过有限元仿真计算，验证了建筑物的合理性，并为结构优化提供了依据。

岔管有限元分析计算

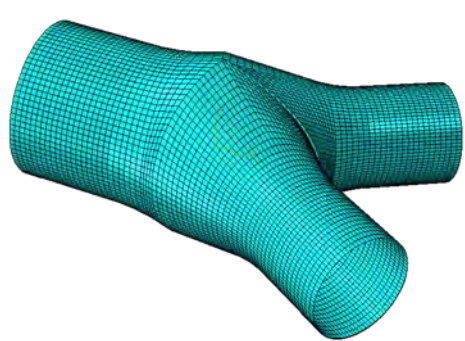


图7 钢岔管有限元网格模型

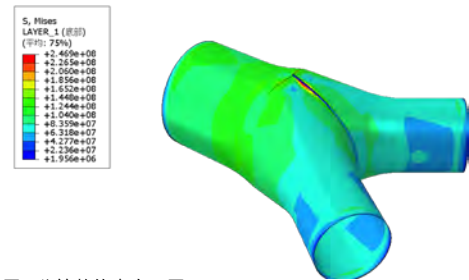


图8 岔管整体应力云图

表孔控制段限元分析计算



图9 表孔控制段模型

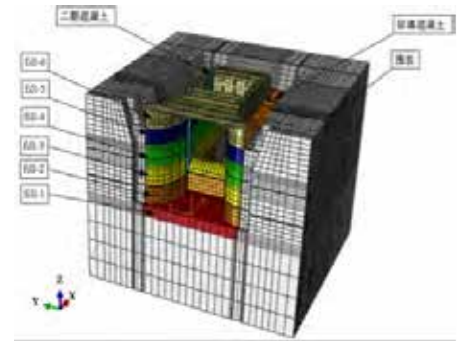


图10 表孔控制段与围岩网格划

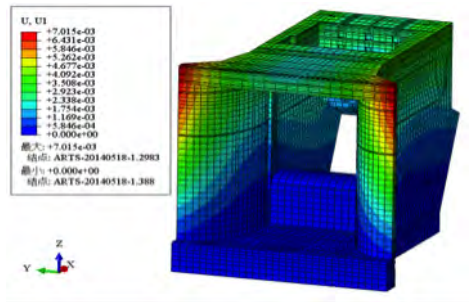


图11 表孔控制段顺水流变形云图

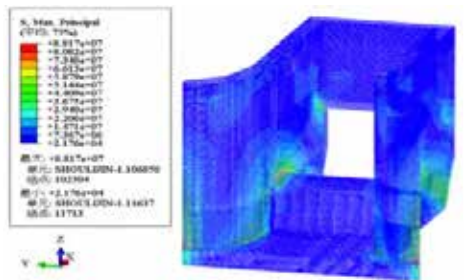


图12 设计烈度时钢筋拉应力值

参数化建模

1) 金属结构参数化的实现过程

参数化模板设计，在建立完成参数化模型后，相同类型的装配构件，仅需对参数文件进行调整，调整完成后，三维模型会依据参数调整自动调整零件大小，装配模型也会相应调整。工程图包括工程量也自动调整。设计检查工作变得简单，工程图仅需依据图幅大小调整视图比例。改变图幅比例后，尺寸会比例会自动调整。从而有效提高图纸质量和设计进度。

2) 金属结构设计难点

本枢纽多数闸门挡水水头较高，门型偏大。闸门需采用偏心铰弧形工作闸门，闸门开启或关闭过程中的微量运动过程设计，直接关系到闸门建成后的运行效果。采用偏心铰弧形工作闸门后，由于设备增多，布置繁琐，采用常规手段设计效率较低。为解决以上设计难题，金属结构设计时采用BIM设计，在实现闸门实际运行状态模拟的同时，也有效提高设备布置效率。

3) 金属结构模型优化

设计过程中，闸门及结构布置采用参数化模型进行设计，平台采用Inventor，为提高模型的效率，各模型参数采用骨架参数的方式来传递，模型建立完毕后，每次体型或布置优化均通过调整骨架参数的方法进行，参数修改完毕后，模型也随之变化，有效的提高效率。同时，该模型作为参数化模板，可重复使用。

如果该模型含2千个零件，每次修改参数后刷新时间为2小时，通过模型优化，将缩短至10分钟。

BIM技术需要在水电项目整个全生命周期的各个阶段、各个环节加以应用，以实现行业设计水平全面提升。

—高亚平
副院长兼工程数字研究中心主任
水利部新疆维吾尔自治区水利水电勘测设计研究院

4) 金属结构模型展示

由于水工金属结构结构系依据水库（水电站）参数确定，基本不存在2个水库有一模一样的水工金属结构设备，因此，通用化模型能有效的提升金属结构的设计效率。根据我们多年的在三维设计的使用经验，采用通用化模型后，设计效率至少提升50%以上，同时，产品设计的校审工作大幅度降低。如：图纸的尺寸的校审只检查尺寸标注的是否合理，尺寸的正确性已不需要进行复查。图纸的工程量也无需进行复核。

多专业BIM协作

将模型导入Navisworks，通过三维漫游查看，直观地查看整体效果。通过碰撞检查，检查构件的尺寸、标高、位置的协调性；多个专业同在一个工作平台上工作，能够及时发现问题，快速优化，通过修改构件集合参数或者调整位置约束能够快速更新反映到新模型中。

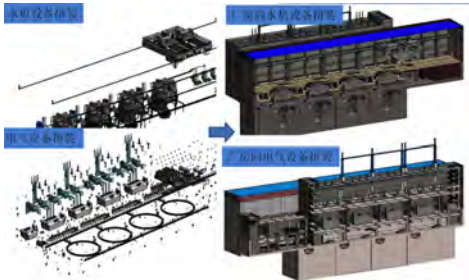


图13 水机电器设备同厂房的协同设计

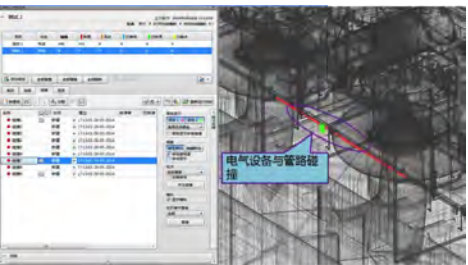


图14 水机电器设备同厂房碰撞检查

项目出图

BIM图纸量占本项目初步设计阶段总完成图纸的30%，BIM的应用大夫缩短了图纸设计和校审时间。新疆院金属结构专业采用Autodesk Inventor通用化模型后，设计出图效率提升3倍以上，大幅度降低产品的设计、校审工作，合格率和功效显著提高。

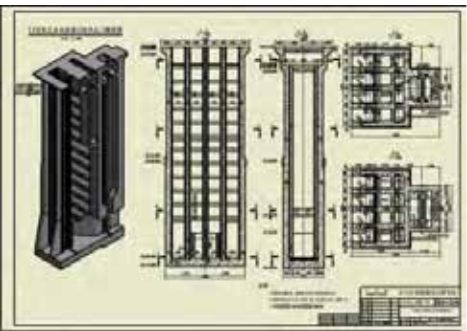
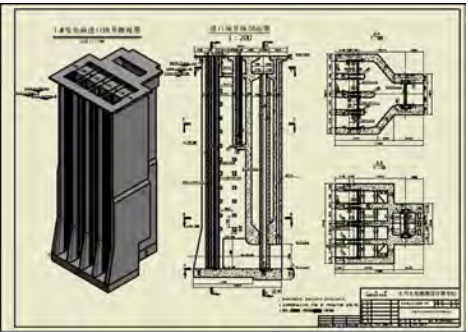
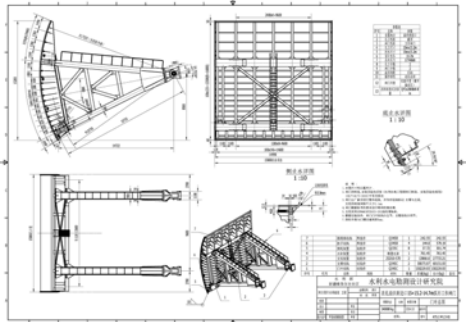
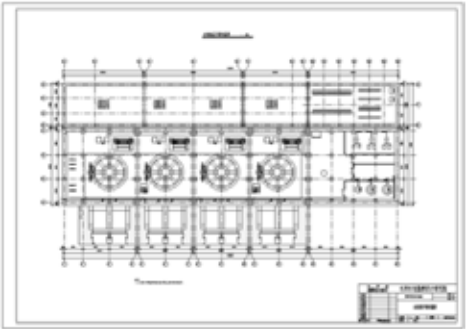


图15 BIM图纸

BIM发展历程

2012年11月，成立“BIM技术领导小组”。2013年3月，进行“BIM应用调研工作”。2013年4月，成立“工程数字研发中心”。2013年5月，进行“BIM全专业软件技术培训”。2013年10月，结合项目进行“BIM技术应用推广工作”。

至今，结合项目进行“新疆院标准化族库建设”。

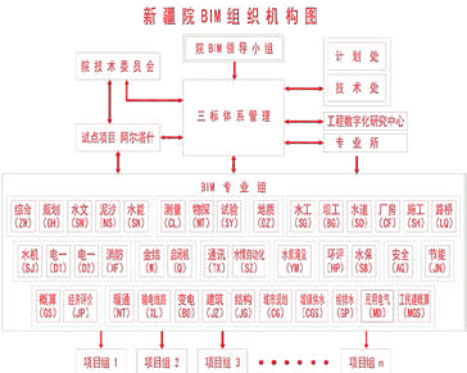


图16 团队构成

随着BIM技术应用的推广及发展，各专业间实际应用的软件必将实现数据互通，使协同设计更加顺畅。

—韩守都
工程数字研究中心副主任
水利部新疆维吾尔自治区水利水电勘测设计研究院

总结和展望

该项目整体模型展示，是族库建设、专业间模型拼装和仿真分析等BIM工作的整合，也是施工总布置的直观表现，体现了BIM应用在项目中的深度。

BIM应用管理平台参数化模型库建筑物设计，有限元仿真计算评估建筑物设计，标准化项目样板模型驱动出图使得自动化协同程度提高，设计效率明显提升；为项目的差错检查、三维分析、技术展示提供更真实、直观的评估平台。

BIM应用管理平台施工过程的模拟，为运行商提供了更加直观简洁，协作水平进一步提高的维护管理平台，为全生命周期的管理提供了技术支持。

BIM是一项新兴技术，作为先进水利水电建筑工程设计解决方案，将会在水电行业项目的全过程体系中广泛应用。随着BIM技术应用的推广及发展，各专业间实际应用的软件必将实现数据互通，使协同设计更加顺畅。

根据水电行业的特点，结合BIM技术应用，水利部新疆维吾尔自治区水利水电勘测设计研究院将不断完善相关的体系文件、设计标准、规范及流程。BIM技术需要在水电项目整个全生命周期的各个阶段、各个环节加以应用，将实现行业设计水平提升。

公司名称
云南省城市建设投资集团有限公司

项目地址
中国，昆明

应用软件
Autodesk® Revit® Architecture
Autodesk® Revit® Structure
Autodesk® Revit® MEP
Autodesk® Navisworks®
AutoCAD® Civil 3D®
Autodesk® Green Building Studio®
Autodesk® Design Review
Autodesk® DWG TrueView™

业主用BIM来干什么，建设方面主要是为了深化项目，挖掘项目管理的价值，并且把价值的延伸成为管理主体，业主是从头干到尾，价值一直要延续下去。

——蔡嘉明
会展指挥部指挥长
云南城投集团副总裁

节点法项目管理中BIM的组织与实施

——昆明滇池国际会展中心节点法项目管理BIM应用



图1 昆明滇池国际会展中心项目效果图

云南省城市建设投资集团有限公司（以下简称云南城投）成立于2005年4月，是经云南省人民政府批准组建的现代大型国有企业，是云南省人民政府授权的城建投资项目出资人代表及实施机构。2009年2月，公司纳入云南省国资委监管。

云南城投集团以“政府引导、市场机制、企业运作”为指导思想，围绕云南省委、省政府关于城镇化建设的战略部署，实现政府意图。通过建立科学高效的投融资体系，在政府重点关注的产业区域发挥种子资金的投资引导和多级放大作用，促进云南省城市化建设与发展。先后投资建设了北京云南大厦、云南海埂会议中心、部分驻昆高校呈贡新校区建设、西双版纳避寒山庄、昆明第一人民医院北市区医院、昆明滇池国际会展中心等重点项目。

昆明滇池国际会展中心项目全面采用节点法项目管理方法进行建设全过程的系统管理。通过运用节点法项目管理理论所蕴涵的管理思想、

管理方法、管理技术、管理工具，使项目从各阶段各节点的管控成果点滴积累，从量变到质变，使项目由局部成功走向整体成功，最终实现企业可持续发展的根本需求。通过采用节点法项目管理方法，建立各项目管理阶段、各项目管理节点的连续的、可量化的项目管理目标，指导和规范项目管理活动，通过系统的过程管控，在全面实现投资控制目标的前提下，有效实现进度控制目标和质量控制目标。节点法项目管理是现代项目管理的新工具、新方法，它建立在现代项目管理知识体系、管理实践及创新成果之上，从实现企业可持续发展的高度，以系统的、整体的、可持续的管理理念指导项目的管理工作。

在运用节点法项目管理对项目进行全过程管控的同时，采用虚拟建造（BIM）技术手段创建项目的建筑信息模型，辅助项目管理在全过程、各阶段、各节点实现可视化管理。通过对虚拟建造（BIM）技术手段的运用，虚拟整个昆明滇池国际会展中心项目的建设全过程，协

助验证项目的设计、成本、进度、质量等建设各环节与项目整体管理目标的匹配度，并利用虚拟建造工具辅助模拟分析各阶段、各节点项目管理方案的可行性、合理性、经济性，进而科学、合理地确定项目管理目标，指导和规范昆明滇池国际会展中心项目各阶段、各节点的项目管理活动。通过在节点法项目管理过程中运用虚拟建造（BIM）技术手段，采用可视的、验证的、模拟的分析工具，辅助昆明滇池国际会展中心项目实现有效的、系统的过程管理，确保实现各个管理节点的管理目标，进而确保实现整个项目的整体管理目标。

一、项目概况

项目位于云南省昆明市主城区南部的官渡区，处于新昆明重点规划“一湖四区”、“一湖四片”的中心区域。用地南部紧邻滇池，横跨滇池三个半岛，用地面积约2331亩。是一个纵贯南北2600米，横跨东西1700米；北至规划80米宽城市道路与规划40米宽城市道路相交处；南至滇池边；西至规划80米宽城市道路；东抵五甲塘湿地公园，环湖路穿过基地，其中：路北由四个地块组成；路南由五个地块组成。项目总建筑面积约为404万平方米。主要功能包含：2号地块B项目(展馆)、6号地块F-1项目（国际会议中心及酒店）、3号地块商业C-1项目（大型商业）、3号地块商业C-2项目（风情商业街）、5号地块E-2项目（主题乐园）、4号地块D项目（商务CBD）、8号地块H项目及9号地块I项目（居住）等多种功能组成的大型城市综合体建筑群。各种功能以主要商业中轴连接，结合横跨项目的环湖路交通形成有机的规划结构模式，且各功能既相对独立，又共享运营资源和后勤配套。

建筑核心区域以“孔雀开屏，祥瑞春城”为设计理念，彰显出昆明城市特色文化与国际地标风范；规划设计中结合各功能区的使用性质和业态搭配的合理性，展馆置于14米平台之上，形成北为2号地块B项目(展馆)；南为5号地块E-2项目（主题乐园）和6号地块F-1项目（会议中心、酒店），长约700米，宽170米的空中城市广场；也形成整个项目的核心中轴区。其中：2号地块B项目(展馆)在14米平台上设置13个设备齐全的独立展厅，并呈矩形布局；其整体形态呈现具有地域文化的孔雀开屏之势。

二、关于节点法项目管理

节点法项目管理是以项目的组织管理为先导，以项目的目标管理、过程管理、成果管理为基础，以项目各阶段关键节点管控为重点的一种

项目管理系统理论和方法。节点法项目管理是现代项目管理的新工具、新方法，它建立在现代项目管理知识体系、管理实践及创新成果之上，从实现企业可持续发展的高度，以系统的、整体的、可持续的管理理念指导项目的管理工作。



图2 节点法项目管理管控模式



图3 节点法项目管理管控实质

三、节点法BIM应用实施目标

通过BIM应用来进行虚拟建造，可视的模拟各阶段、各节点项目管理方案的实施效果，用模拟的结果来帮助项目管理团队验证、分析项目管理方案，并对项目管理方案的可行性、合理性、经济性进行论证、优化、评价。以此来指导各阶段、各节点的建设及管理过程，规范项目管理活动。用整体的、系统的、持续的、有效的节点过程管控，全过程的确保实现整个项目的建设目标、管理目标。以此通过BIM的应用，实现节点法项目管理超前的、可视的、模拟的、验证的项目管理。



图4 节点法项目管理中BIM应用

- 1.根据项目的总体建设目标，结合项目的团队建设、限制条件，合理确定项目的管理阶段和管理节点，并合理确定整体、阶段、节点的管理目标；
- 2.根据项目的整体管理目标拟定出整体管理方案，结合对各阶段、各节点的管理要求，拟定

出各阶段、各节点的项目管理方案和BIM实施方案；

3.通过BIM方案的实施，创建各节点建筑信息模型，逐步的在项目的各节点、各阶段、全过程实现节点法项目管理的可视化管理。

4.通过BIM应用来进行虚拟建造，可视的模拟各阶段、各节点项目管理方案的实施效果，用模拟的结果来帮助项目管理团队验证、分析项目管理方案，并对项目管理方案的可行性、合理性、经济性进行论证、优化、评价。以此来指导各阶段、各节点的建设及管理过程，规范项目管理活动。用整体的、系统的、持续的、有效的节点过程管控，全过程的确保实现整个项目的建设目标、管理目标

四、节点法BIM应用情况

(一) 概念规划节点

在概念性方案的基础上，确立了本项目的项目管理模式，并通过虚拟建造建立展馆工程的4D模型，指导展馆工程的各项建设管理工作；



图5 展馆三维模



图6 4D施工模拟

(二) 施工场地准备节点

根据现有的施工条件和项目管理目标，建立了项目北区地块的场地模型，协助验证了施工场平方案的可行性；

1. 土方工程量验证

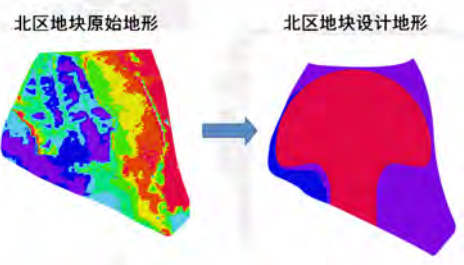


图7 北区地块地形图

2. 施工场地准备方案验证

由于土地移交工作滞后，目前仅移交了小清

河和五甲河之间的土地，以至北区地块施工场地的平整工作不能整体推进。为推进项目的建设进度，使展馆部分的建设工作取得实质性突破，在北区地块的施工场地平整以及展馆的桩基施工上，拟采用整体平衡分区施工的方案，即土地移交一部分、施工条件具备一部分，就立即组织该部分的施工，以争取宝贵的建设时间。

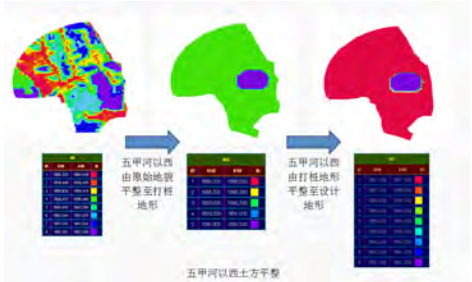


图8 施工场地准备

3.土方平衡分析

• 五甲河以西原始地貌平整至桩基施工场地标高，土方填方为168740.3M³、挖方为149803.8M³，量差为18936.5 M³，土方工程量基本实现挖填平衡，此施工步骤合理；

• 五甲河以西桩基施工完成后，再将桩顶浮土挖出至地下室底板板顶设计标高的土方工程总量为745288.17M³，其中：展馆部分的土方挖方量567109.18 M³。五甲河以东场地平整需回填土方155946.3M³、室外展馆区的预留用地需回填土方341111.3M³，所需回填土方合计497057.6M³，此挖方和填方的差值为70051.58M³，因此，此土方工程量未能实现平衡。但由于整个场地有土方回填需求，所以，虽然局部挖方量多，但挖方从总体上也能实现平衡，此施工步骤合理；

• 五甲河以东桩基施工完成后，再将桩顶浮土挖出至地下室地板设计标高的土方工程总量为230532.56M³。由于整个北区地块尚需外运634743.9M³土方进行回填，所以，五甲河以东桩顶挖出浮土可以用来进行整个北区地块建筑外边线以外、预定用地红线以内的范围进行土方回填。因此，此施工步骤合理。

4.经济分析

• 实施此整体平衡分区施工的方案，有四项需增加的措施费用，四项费用合计约920万元。包括：A桩基施工前五甲河以西场地平整的土方回填费用;B桩基施工前五甲河以东场地平整的土方回填费用；C桩基施工场地回填后增加

的挖土方费用；D在1890（1888.5）m标高打桩需增加的送桩费用。

• 实施此整体平衡分区施工的方案可减少的措施费用有二项，此两项费用合计约3475.38万元。包括：A展馆场地平整的土方需外运的费用;B需硬化打桩场地而回填砖碴的费用。

• 费用增、减相抵后，实施此整体平衡分区施工的方案可降低建设成本约2555.38万元。

采用此整体平衡分区施工的方案后，在土地移交滞后的条件下，使项目建设工作取得了实质性进展，争取了约1个月的建设时间，为后续的建设工作推进创造了基础条件。采用此整体平衡分区施工的方案不但技术上可行、合理，而且可带来较大的管理效益。

(三) 初步设计节点

根据展馆工程的初设成果，建立展馆工程初设节点的建筑信息模型，协助对展馆工程初设成果进行全面的评价。

1. 初设成果模型

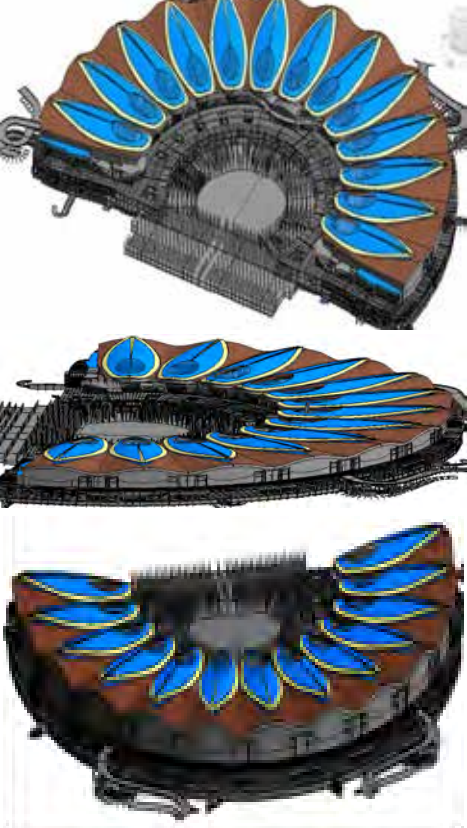


图9 展馆初步设计三维模型个方位俯视图

当BIM应用在项目实现了超前、可视、模拟、验证的项目管控，特别是在项目的全过程管理中贯通应用，实现智慧设计、智慧建造和智慧运维时，业主将会成为BIM应用的主要推动者和最大受益者。

—蔡嘉明
会展指挥部指挥长
云南城投集团副总裁

2.利用初设成果进行适用性能、环境性能、经济性能和安全性能进行评价。

根据适用性能分析结果，展馆平面功能布局不够完善，建议完善展馆的平面功能布局方案，使展厅能够完全满足多主题展会同时召开的需求；增强展馆的会议功能布置，使展馆能够同时满足展览和会务的需求，展馆的会议功能布置还应符合国际性会议的设施标准，并按南亚、东南亚国家的外交礼仪设置特别通道及休息室；

根据环境性能分析结果，展馆的外立面设计方案比较单调，展馆的室外景观布置空间不足，不利于自然景观与人造景观的协调、融合。建议调整展馆的现有外立面方案，增加展馆外立面方案的表现层次，适当增加室外景观的布置空间，使展馆能够与自然景观自然融合；

(四) 施工图设计节点

展馆工程建筑信息模型（BIM）。依据展馆施工图纸进行虚拟建造，建立展馆土建模型、机电模型、钢结构模型。在虚拟建造过程中发现各专业问题，梳理出问题清单，反馈给设计单位进行完善调整。进行机电专业碰撞检查，梳理碰撞问题清单，进行设计优化调整。利用建筑信息模型，对屋盖钢结构和外网钢结构进行设计优化，确保钢结构的合理性、经济性和可实施性，提升钢结构品质。

1. Autodesk Revit在建筑及结构专业可视化展示以方便业主决策



图10 展馆土建模型



图11 外网钢结构模型

2. 基于Autodesk Navisworks机电碰撞检查

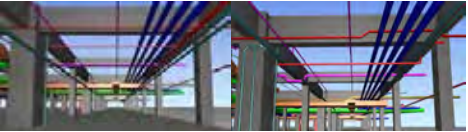


图12 机电各专业碰撞检查前后

3. 基于Autodesk Revit结构软件进行钢结构图纸优化

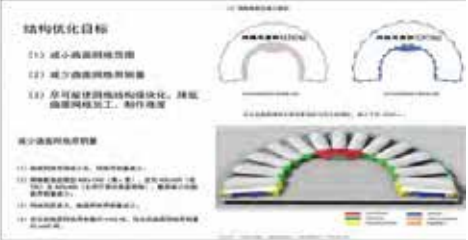


图13 钢结构图纸优化成果

(五) 施工方案模拟节点

利用建筑信息模型进行施工方案的模拟，对施工重点和难点的钢结构工程进行施工组织优化，提出施工工期及目标控制节点。

(1) 钢结构包括屋盖钢结构和外网钢结构工程两个标段，分别为不同施工单位，为满足工期要求，两个标段需同时进行施工，故需要对施工顺序进行优化调整。

(2) 主序厅网格、内弧网格和外悬挑钢结构工程和均要在+14.00米平台进行吊装，根据主体结构荷载要求，需要对吊装方案进行优化调整。

(3) 两个标段钢结构工程施工过程中，很多还有分部分项工程在穿插进行施工，现场参建单位会较多，按照施工顺序，对钢材的堆放、拼装和吊装场地充分考虑，对施工场地进行布置优化。

(4) 两个标段钢结构工程要同时施工，施工顺序调整后，按照调整后的施工顺序以及施工时现场实际情况，需要对施工工况进行优化调整。

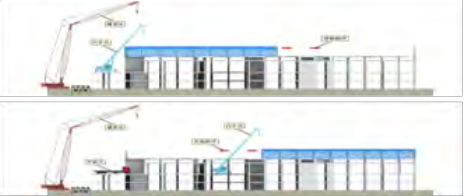


图14钢结构吊装方案模拟

五、节点法BIM应用评价总结

(一) 通过BIM应用，使节点法项目管理实现了超前的、可视的、模拟的、验证的项目过程管理，提高了项目管理的效率和效果，使项目管理与BIM应用实现了有机结合，拓宽了BIM的应用范围，使BIM应用从局部的阶段BIM、专业BIM到整体的项目管理BIM过渡，为BIM在项目领域的应用开创了新路径和新方法。

(二) 概念规划节点：通过BIM应用创建了4D模型，明确了各节点的工期、进度、工作量，用4D模型更直观、更有效的表达了项目的建设目标，统一了思想，为项目的整体管理、系统管理奠定了基础；

(三) 场地准备节点：通过BIM应用创建了超大场地（约1300亩）场平工程施工模拟的新方法，定性、定量地验证了场平工程施工方案的可行性、经济性，客观评价了场平工程整体平衡分区施工的方案，为场平工程的精细化管理开创了新路径和新方法。

(四) 初步设计节点：通过BIM应用创建初设成果的三维模型，利用模型对初设成果进行了全面评价。

(五) 施工图设计节点：通过BIM应用，在施工图节点通过虚拟建造，构建BIM模型，在此过程

节点法项目管理与BIM相结合，在项目中取得了实质效益。我们应该正确认识应用BIM的目的、方法、效益，把握实施BIM的模式、技术、路径，共同努力实现项目管理目标。

—钟文武
会展工程建设指挥部副指挥长
云南城投集团

中检查和发现施工图纸存在问题，反馈给设计单位进行修改调整；组织对项目重点的钢结构工程施工图纸进行优化调整，使得钢结构工程图纸在满足安全和功能要求的前提下，更趋合理、经济，以及实施的可操作性。通过BIM应用，利用创建的机电各专业BIM模型，进行碰撞检查和深化设计调整，在施工之前将发行的碰撞问题进行处理，减少施工过程中的碰撞协调。对机电各专业管线进行排布调整，确保观感效果，保证项目品质。

(六) 施工方案模拟节点：通过BIM应用，对重点的钢结构工程进行施工模拟，确保施工方案的可实施性，对施工方案进行优化调整，保证两个标段钢结构工程的施工顺序，减少交叉影响，提前预警和发现施工过程中可能遇到的问题，提前解决，从而保证工程进度。通过BIM应用，创建设计施工图成果的三维模型，利用模型对施工图纸和施工组织方案进行了全面评价。

昆明滇池国际会展中心项目通过采用节点法项目管理和虚拟建造技术手段，取得了积极的效果，大大地提升了管理效率。下阶段，将在整个项目全面采用节点法项目管理和BIM技术，在节点法项目管理的过程中，继续通过可视的、验证的、模拟的技术手段，进一步提升项目的整体管理效率和效果。

公司名称
中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司

项目地址
中国，云南

应用软件
Autodesk® Revit®
Autodesk® Revit® MEP
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® 360
Autodesk® BIM 360™
Autodesk® BIM 360™ Glue®

搭载欧特克BIM软件的三维BIM施工系统从根本上提高了质量控制的有效性，是对传统产品交付手段的革新。通过即时快捷的数据共享，为客户提供优质的设计产品。

一曹以南
科技信息部主任、三维设计督导部主任
中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司

云技术时代的水电工程建设——BIM技术应用于金沙江观音岩水电站建设



图1 观音岩水电工程枢纽布置

中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司（以下简称昆明院）是国家特大型综合甲级勘测设计科研单位，主要从事国内和国外水电水利、风电规划研究、咨询、评估与工程项目勘察、设计、科研试验、工程总承包、项目管理、监理；水电、风电项目的投资与经营；环境保护设计、水土保持设计、路桥设计、工业与民用建筑设计、岩土工程设计与施工、工程概预算、水资源评价、安全评价、地质灾害评价、勘测定界、工程监测等相关工作。

自1992年国家开展勘察设计单位综合实力百强评比以来，在全国勘察设计单位综合实力百强排名中一直居于前列，在水电勘测设计单位中处于领先地位，为云南省勘察设计单位综合实力五十强第一名。57年来，昆明院勘测设计了460多座水电站，积累了丰富的工程实践经验，现有员工1,600人，拥有雄厚的技术力量。

项目概况
由中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司负责设计的金沙江观音岩水电站，位于云南省丽江市华坪县（左岸）与四川省攀枝花市（右岸）交界的金沙江中游河段上，为金沙江中游河段规划八个梯级电站中的最末一个梯级。电站距云南省会昆明市直线距离约220KM。电站装机5台，单机容量600MW，总装机容量3000MW。电站工程开发任务为以发电为主，兼顾供水和防洪。电站建成后可发展旅游、库区航运，促进地方经济、社会与环境的协调发展。



图2 观音岩水电站大坝及发电厂房

项目背景

水电项目的施工是一项复杂的系统工程。具有参与人员多，整个枢纽工程布置复杂，占地范围大和施工工期紧的特点。特别是主厂房的施工混凝土浇筑量大，涉及多专业配合，工序复杂，是控制整个水电站建设质量和进度的关键之一。

在水电行业，三维设计技术已被昆明院全面应用于施工详图的设计。强大的三维设计手段提高了出图效率和缩短了设计周期，直观的出图方式更是得到了业主和施工单位的认可。

三维BIM设计方式带来了水电设计手段的革命。但施工单位进行施工的时候，其依据依然是BIM模型生成的纸版施工蓝图，具有一定的局限性，三维设计的优势没有得到全方位的、深入的体现。工程建设各方（业主、设计、施工、监理、运维等）的数据信息交互也存在一定的延时性。

如何提高设计交底的质量与效率、全面快捷的展示设计成果与设计意图，是摆在设计单位面前的一个重要课题。基于此，我们深入运用BIM技术，充分挖掘其价值，为更好的服务于施工建设，建立起了一个用户全面、深入共享设计成果的综合数据平台——观音岩三维BIM施工系统。



图3 观音岩三维BIM施工系统

解决方案

数据交互——Autodesk BIM 360

Autodesk BIM 360提供专有的工程数据传递通道，及时高效准确地传递设计意图。传统的设计更改是通过传真或网络向施工现场发送设计更改通知单，然后电话或email通知对方，有时通过出修改版的新图纸来修改设计。这些处理流程使信息的传递存在一定的延时性。发到施工现场的施工图纸具有区域性，不同区域或专业图纸间缺乏联系，施工人员在施工前需要查找阅读多专业图纸，增加了施工难度。同时现场施工人员

面对大量的图纸和更改通知单也容易出现人为错误，不能及时更新工程信息或是使用错误版本图纸，严重影响施工进度和质量。

基于最新的云服务技术，在全面三维设计的基础上，将设计成果（包括三维BIM模型，施工蓝图，设计修改通知单，合同文件等），在移动设备(iPad、iPhone、Surface等)上展现出来，应用于观音岩水电站工程设计、建设以及管理，这就是观音岩三维BIM施工系统。

搭载Autodesk BIM 360的三维BIM施工系统是一个动态更新的系统。设计人员根据最新设计成果及现场更改通知，及时对云账户内的模型、图纸及相关文件进行更新维护。用户端可以通过网络连接，从云服务器上实时得到最新的设计成果，及时更新现场工程信息。



图4 云服务技术

Windows系统三维浏览方案——Autodesk Navisworks

Windows用户端提供三维施工仿真方案。通过逼真的三维实时仿真效果，使设计施工人员提前全面了解电站结构和布置，在每一个系统施工前就能全面掌握整体布局，更好的协调施工进度和工艺，保证电站建设的高质量、高效率。

客户端用户可以对BIM模型进行旋转，环视、缩放、剖切、测量操作和属性查询，这几项功能可以补充纸版图纸表现不全面的缺陷，在图纸表现不清的地方，可以通过这几项功能快速的查找需要的工程数据信息。

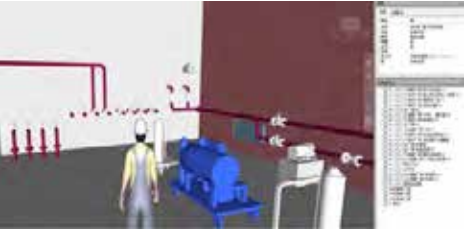


图5 最新现场施工图片

搭载欧特克BIM软件的三维BIM施工系统实现了设计图纸、资料等的即时更新，增强了工程建设各方基于同一数据平台的沟通交流。

一朱志刚
观音岩水电站设计副总工程师
中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司

工程信息展示服务平台——Navisworks二次开发，支持IPAD平板电脑

Autodesk Navisworks为工程业主方提供全面的工程信息可视化浏览服务。面向业主项目管理需求，提供工程BIM模型三维仿真、机电设备施工计划模拟、设备安装实际进度模拟、及计划与实际进度的比对和分析，便于工程业主全方位查阅工程建设成果、计划与执行情况，辅助工程业主单位对工程建设监控和未来决策。

为实现工程建设环节总体监控提供技术支撑，改变传统的工程建设仅能依靠图纸想象，工程施工完毕才可以看到真实效果的弊端，大幅提升工程建设的可视化综合管理水平。该平台包括的业务模块主要有三维模型仿真与查询、机电安装计划、实际安装进度三维仿真模拟及数据分析对比模块。

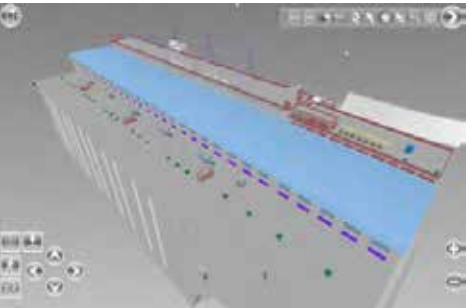


图6 可视化浏览

iPad平板三维浏览方案——Autodesk BIM 360 Glue

为 iPad 用户端提供三维施工仿真方案。 可以实现在 iPad 上使用 Glue 客户端浏览三维 BIM

模型，浏览界面简洁，类似游戏界面的设计更便于操作，iPad 良好的运行环境使 BIM 模型漫游更加流畅。



图7 客户端浏览三维BIM模型

欧特克软件无缝对接

结合观音岩水电站施工，搭载欧特克BIM软件的三维BIM施工系统让所有参与电站建设的各方，包括业主、设计、施工、监理、运维人员及关心电站建设的领导，对厂房施工进行实时的、连续的精细化管理和控制。



图8 电站建设各方共享数据平台

系统使用人员，通过系统终端设备（iPad、iPhone、surface等），可进行：（1）查看，旋转，剖切三维模型；（2）查阅，标注平面施工图及系统原理图；（3）厂房漫游，查看周围建筑物及设备管路；（4）查询建筑物构件及机电设备属性；（5）查询设计通知单、合同文件等文本；（6）查看现场照片，了解电站最新建设进展等。

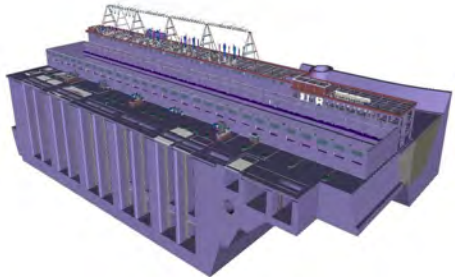


图9 观音岩厂房BIM模型

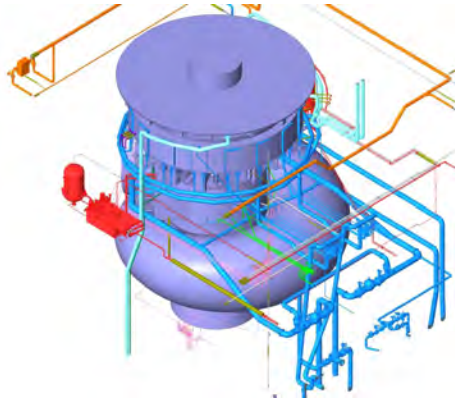


图10 机组管路三维模型



图11 最新现场施工图片

实施效果及评价

1）工程设计成果信息化。传统的工程设计成果是通过纸质图纸、文件等形式交付业主。施工、监理人员在现场使用的也是纸质文件。搭载欧特克BIM软件的三维BIM施工系统从根本上改变了传统模式。使用人员（业主、施工、监理、现场设计代表等），通过手持系统终端——移动电子设备（iPad、iPhone、surface等），即可进行准确施工，迅速查找图纸及相关信息，检查设备的安装情况等。

搭载欧特克BIM软件的三维BIM施工系统极大的发挥了三维设计的优势。工程师的设计意图得到了更明确、更直观、更快捷的表达。极大的减少了现场施工各专业碰撞问题。

—刘志鹏
BIM设计师、高级工程师
中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司

端——移动电子设备（iPad、iPhone、surface等），即可进行准确施工，迅速查找图纸及相关信息，检查设备的安装情况等。

2）云服务器实时更新。传统的设计文件更改是通过传真等发送设计更改通知单，然后电话或email通知对方。信息的传递存在一定的延时性。搭载欧特克BIM软件的三维BIM施工系统从根本上解决了这样的问题。BIM施工系统是一个动态更新的系统。用户通过wifi无线网络连接，从iCloud云服务器上实时得到最新的设计成果。现场设备上的模型和图纸随时保持在最新状态。

对于工程建设各方来说，搭载欧特克BIM软件的三维BIM施工系统均发挥了积极的作用。

对设计方来说，通过应用该系统，可以准确、及时、有效的表达设计意图，为业主及施工、监理方提供优质的设计成果。

对施工方及监理方来说，以往的工程经验表明，电站在施工过程中，因设计信息不明确，以及设计修改不能及时传达，导致施工人员对设计信息的理解存在偏差，施工现场不断出现错、漏、碰等问题。极大的影响了工程进度和质量。通过应用搭配欧特克BIM软件的三维BIM施工系统，施工人员通过移动终端查看三维模型，就可以明确设备、管路等布置情况，并能

查阅设计修改通知、各个设备部件的参数属性等。极大程度上减少错、漏、碰，减少返工和浪费。从而达到节省投资、保证工期和达到优质工程的目的。

对业主方来说，通过应用搭载欧特克BIM软件的三维BIM施工系统，可对施工主要环节进行有效控制，及时了解工程建设面貌，提升施工管理水平。

总结

观音岩三维BIM施工系统采用欧特克公司一系列软件产品（包括Revit系列，Autodesk Navisworks系列以及Autodesk 360系列等）的应用，利用最新的云服务技术，实现了工程建设管理的标准化、集成化、网络化、虚拟化。

通过观音岩水电站的成功应用经验，该系统可以推广至其他水电工程建设项目使用。同时，通过进一步的研究开发，该系统还可应用于水电站运行维护阶段，实现水电工程的全生命周期管理，打造现代化的数字水电厂。



图12 三维BIM施工系统动态更新

公司名称
中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司
项目地址
中国，重庆
应用软件
Autodesk® Revit® Architecture
Autodesk® Revit® Structure
Autodesk® Revit® MEP
Autodesk® Navisworks®
AutoCAD® Civil 3D®

BIM设计是电站数字化设计必不可少的一环，Autodesk Revit作为我院土建数字化设计的核心平台，展现出了其强大的BIM设计、协同与管理功能，为我院土建数字化设计提供了有力的支撑。

— 冯德明
副院长
西南电力设计院

重庆神华万州电厂新建工程——打造新一代数字化电站



图1 万州工程鸟瞰图

中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司(以下简称西南院)成立于1961年6月，现已发展成为注册资本金达到6亿元人民币，首批获得国家工程设计综合甲级资质，具有电力工程设计、勘察、咨询、监理、总承包、环境影响评价、建筑工程等国家甲级证书的国家级高新技术企业。

西南院在国内20多个省、市、自治区和东南亚、中东、非洲、欧洲等20多个国家，先后完成了1000余项发、送、变电工程勘测设计，20余项工程总承包、工程建设管理等项目，是首批获得百万千瓦级超超临界火电机组，特高压、超高压交直流输变电勘测设计和投运业绩的电力设计企业。

项目概况
重庆神华万州电厂新建工程（以下简称万州工程）位于重庆市万州区新田镇，由神华国能(神东电力)集团公司投资，由西南院和中国电力工程建设咨询公司联合总承包。规划建设4×1000MW超超临界火电机组，预留再扩建条件，一期工程按2×1050MW实施，总投资约71亿元人民币。

万州工程以建设“世界一流、国内第一”的数

字化电厂为目标，贯彻“自动化、智能化、数字化、集约化、社会化”和“质量型、效益型、创新型、环保型、园林型”的“五化五型”先进电站建设理念，是神华集团和西南院打造的“新一代1000MW高效一次再热机组”标杆性工程。

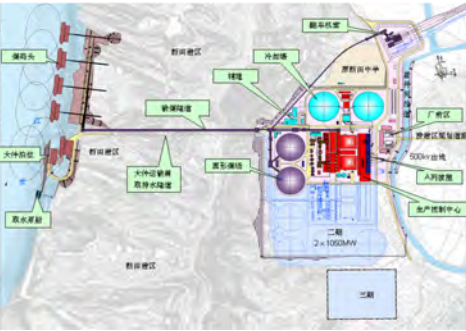


图2 万州工程总平面图

BIM设计经验
西南院数字化设计起步于80年代后期对CALMA三维系统的研究，经过不断的开拓、创新和应用，实现了机械、电控、土建三大领域协同设计集成与管理集成，西南院采用数字化设计累计已完成国内外100余项工程、230台套机组，数量位列全国电力设计行业第一位。早在1995年就完成了中国第一个采用数字化设计的海外

电站——伊朗阿拉克电站，2003年完成了中国第一个采用数字化设计的国内电站——白马1×300MW循环流化床示范电站。

项目挑战及解决方案
万州工程所面临的挑战：业主数字化要求高，以“数字化设计、数字化建设、数字化运行和数字化管理”为目标构建全面的数字化电厂；建设工期紧，需数字化设计对采购、施工提供有力支持；节约用地，采用总平面集约化布置；精细化要求高，DN20及以上小管道需完成布置设计；实现对项目整体的数字化移交。

基于以上项目挑战，西南院将BIM技术应用于该项目土建设计，从而实现了完整的模型数据、信息贯穿于电厂的规划、设计、采购、施工，一直到生产运行全生命周期的各个阶段。

BIM在电厂设计中的典型应用
(1) Civil 3D数字化地形技术
Autodesk的Civil 3D具有测量、三维地形处理、土方计算、场地规划、道路设计、地下管网设计等先进的设计功能。在万州工程中采用Civil 3D技术，将地形资料快速转化成数字化地形，快速完成土石方计算，对厂区竖向调整更便捷直观，提高了总图专业设计效率和质量。

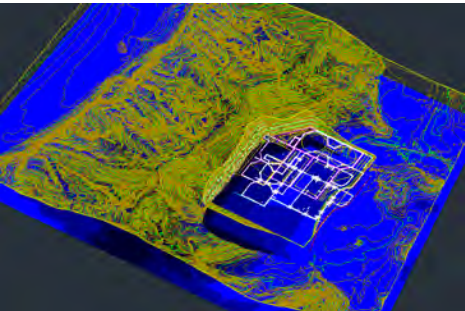


图3 万州工程数字化地形模型

(2) 参数化设计
万州工程使用Autodesk Revit完成了土建模型的参数化设计。调用Revit标准化族库，完成结构、建筑、暖通等专业参数化建模，通过模型整合，实现土建专业可视化协同设计、土建专业与布置专业协同设计。

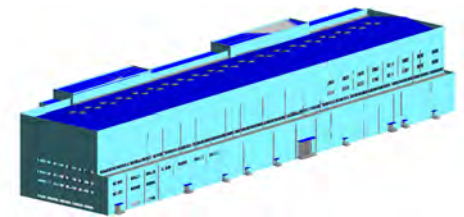


图4 万州工程主厂房三维模型图

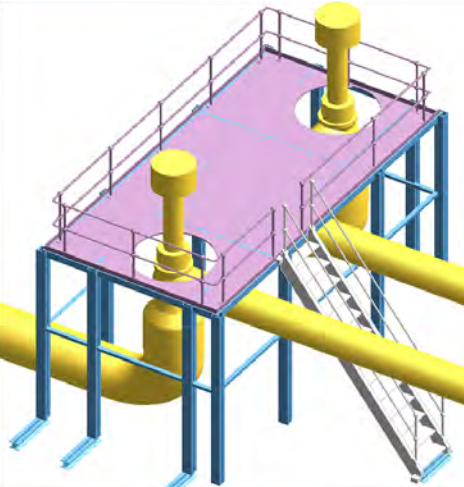


图5 建筑模型与布置模型一体化设计

(3) 数字化精细配筋
利用BIM技术万州工程实现了混凝土结构三维可视化设计。通过关联参数化技术，对结构模型自动生成参数化的钢筋组和子钢筋，修改方便快捷。对三维钢筋进行智能编号，实现钢筋表与材料统计表的汇总输出。

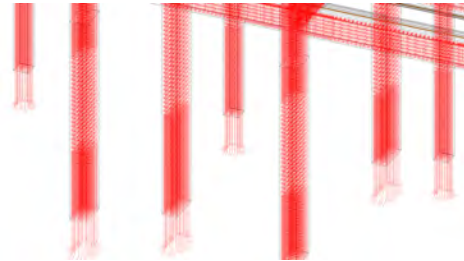


图6 万州工程可视化配筋

(4) BIM多专业协同
采用西南院协同管理平台完成机械布置模型、土建模型的整合，利用整合的模型实现工程可视化漫游审查以及碰撞检查等，能轻松发现问题并快速找到解决方案，实现各专业在同一空间可视化协同设计。

(5) 全厂地下设施可视化，为地下设施施工提供可视化指导

Autodesk Revit 作为BIM的重要技术支撑平台，体现了强大的“多任务”能力，对于国内建筑设计观念和方法的根本性改变发挥了不可替代的作用。

— 周凯
数字化设计中心主任
西南电力设计院



图7 万州工程各专业数字化模型整合

(6) 设计施工一体化
利用数字化的信息模型，通过电厂工程建设管理信息系统与P6工程项目进度管理软件的融合，实现对电厂基建期合同、工程概算、工程投资、设备采购、工程施工、工程质量等信息进行全面管理的设计施工一体化。



图8 万州工程地下设施可视化模型

利用BIM技术，万州工程实现道路、沟道、检查井、排水管道、土建基础等地下设施数字化设计，为地下设施施工提供可视化指导。

BIM设计技术是对传统平面设计的一种颠覆性变革。它带来的好处不仅是实现了土建的可视化、参数化建模，更重要的是在BIM设计过程形成的数字化资产能够在Autodesk Revit平台与其他数字化设计平台间有效流动，实现数据一次输入，多点利用，提高了设计效率，保证了输入的准确性。

—范盛颖
数字化设计中心副主任
西南电力设计院

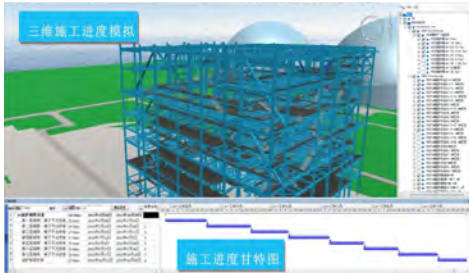


图9 万州工程施工三维可视化应用

(7) 虚拟现实与数字化仿真

采用虚拟现实技术，实现了数字化模型在施工、运维阶段安装、维修和安全培训等数字化仿真的应用，逼真地模拟现实环境，依靠真实的环境模拟、形象的任务定制，为业主提供了一个高效可靠的数字化培训平台。



图10 汽轮机检修起吊模拟

(8) 数字化移交

数字化移交是对以纸介质为信息传递和存储载体的传统方式的彻底抛弃，成为信息技术在电力工程发展史的一场革命。通过整合设计、采购、施工各阶段数字化资产，建立起面向工程全生命周期的数字化资产管理体系，实现了二三维模型导航、信息组织、信息搜索、知识管理等数字化资产的智能化管理。本工程在“交钥匙”时，除向业主移交“物理工厂”，我们还将交付一个“三维数字化工厂”。

本项目数字化移交提供了一种贯穿资产生命周期的工程信息整合、共享、存储以及管理的电子化手段，即面向全生命周期的“数字信息资产集成管理平台”。可达到以下效果：

- 能及时获取可靠的电厂建设期和运行期信息，提升电厂建设期的管理能力；
- 优化电厂建设期数据移交过程，提高数据移交质量，降低建设期数据移交和数据处理成本；
- 以数字化模型为中心，整合来自ERP/EAM/DCS/Document等多系统的工程信息；
- 在实现低成本、高质量、快投产的同时，实现知识积累以用于电厂未来运行、维修、改造、延寿和退役；
- 有效减少电厂设备意外停车时间，提高电厂运行的整体效率，降低电厂运行的整体费用；
- 实现真正的“数字化电厂”。



图11 数字化资产管理与数字化移交可视化门户

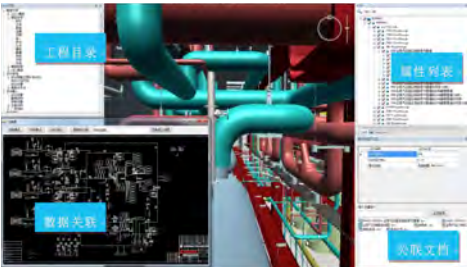


图12 数字化移交应用平台

(9) 精益求精的数字化布置设计

本项目数字化协同布置设计专业包括：热机、运煤、除灰、脱硫、电气、总图、结构、建筑、暖通、供水、水结、化水、自动化等专业。

本项目数字化模型类型包括：全厂各类机械和电气设备、管道、HVAC、支吊架、埋件、孔洞、梁柱、墙、门窗、楼面、地坪、沟坑、平台扶梯、桥架、独立构筑物、道路、综合管架等30余种数字化模型。

本项目完成了土建、电气专业各类模型数字化。创建各类工艺数字化管道模型约1万4千根，设备模型约1千2百个。建立了全面而精细的数字化模型。

布置设计所有对象均以三维的方式呈现，数字化模型实时共享，多专业协同的数字化规划布置使设计效率加倍提高。

(10) 全生命周期工程信息模型（EIM）概念

EIM（Engineering Information Model），从项目规划、设计、实施到运营的整个生命周期内进行数字化电厂的设计打造，最终提交给业主一座信息完整、联动的四维虚拟电厂。

工程信息模型(EIM)的数据和信息，始终贯穿于电厂的规划、设计、采购、施工，一直到生产运行全生命周期的各个阶段。

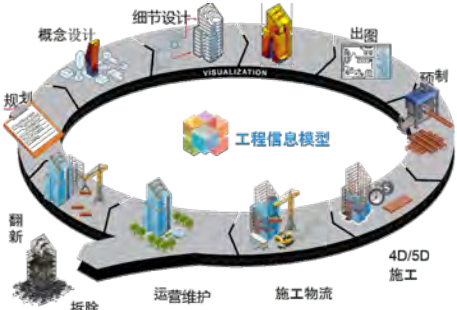


图13 全生命周期的工程信息模型（EIM）

(11) 规范化的工程定制

本项目统一了各数字化设计专业的设计要求，充分利用了规范化的各种标准定制，提高了设计效率，保障了质量。

西南院建立了拥有完全自主知识产权的标准管道零部件库、标准管道等级库、国标建筑门窗库、国标型钢库、电气元件库、电气桥架库以及美标（ASME、MSS、API、AWWA)的管道、管件、阀门库等。覆盖了火力发电主要专业的所有系统和工艺设计。

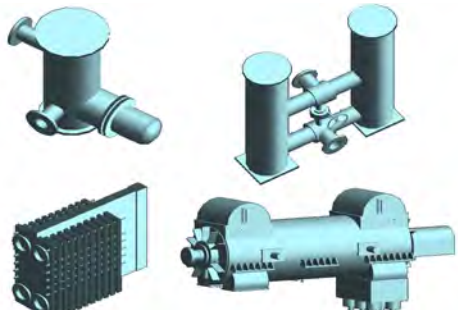


图14 公用设备库模型

结束语

数字化设计使电厂设计智能化、自动化、可视化。把设计人员从繁琐、重复的设计工作中解脱出来,专注于设计优化和深化。大幅提高了生产效率、成品质量和出图深度。数字化设计在电厂设计中的优势是显而易见的和无庸置疑的。数字化可以做到设计零差错，现场几乎没有设计变更。

通过在神华万州电厂新建工程中全面应用数字化设计，实现了全专业全厂区数字化协同设计，确保了专业间设计数据的一致性。同时数字化移交为项目总承包、后期运营、维护均提供强有力的支撑，实现数字化从电厂规划到退役的全生命周期应用。

BIM技术构筑了设计、采购、施工、运维之间的桥梁，能对电站全生命周期数字化资产管理提供强有力支持。BIM技术带来的不只是电厂初始投资的下降，重要的是通过BIM实现对电厂施工运维的支持，让业主获得了长期的效益和抗风险的能力。

—唐茂平
数字化设计中心主任工程师
西南电力设计院

数字化设计正处于蓬勃发展的阶段，应用面越来越广。但数字化设计的研发拓展还有很宽很长的路可以走，这这也是我们不断前进的方向。我们坚信，随着BIM技术进一步向纵深推进，必将推动发电工程设计理念的革新。

公司名称
中国航空规划建设发展有限公司

项目地址
中国，北京

应用软件
Autodesk® Revit®
Autodesk® AutoCAD®

目前设计公司BIM工作的重点是基于一种特殊的建筑类型，结合自身的设计流程与应用软件，分阶段地达到模拟、计算、算量等目标；今后更大的挑战在于，整个设计流程的改变、知识工程信息化的过程与大型数据库的高效管理；未来建筑师将成为流程专家、虚拟与现实双重环境下的建造师。

—陈海峰
执行总建筑师
中国航空规划建设发展有限公司

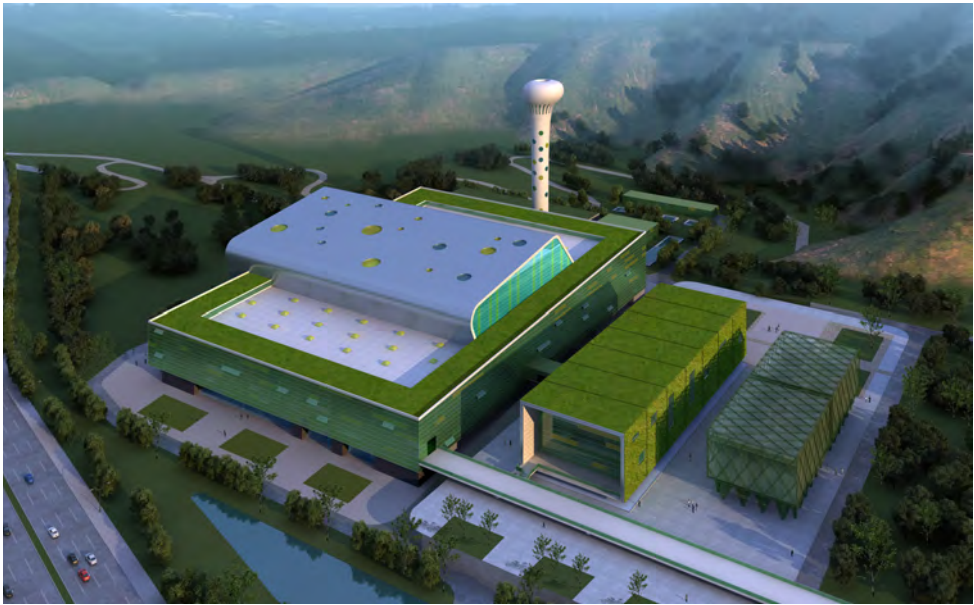


图1 北京首钢生物质能源项目效果图

中国航空规划建设发展有限公司（以下简称中航工业建发）前身为创建于1951年的中国航空工业规划设计研究院，是中国航空工业集团公司的直属业务板块和全资子公司。六十多年来，作为我国航空工业固定资产投资领域的主力军和我国勘察设计行业的排头兵，公司始终坚持“航空报国、强军富民”的宗旨，为我国国防科技工业和国民经济建设做出了重要贡献，目前正加速由单纯的工程设计研究院向工程领域价值集成商战略转型作为国家级大型综合勘察设计单位，公司市场涉及航空、航天、空军、海军、民航、民用建筑和以能源环境、医药工程为代表的民用工业等各行业，业务领域覆盖咨询设计、工程总承包、设备总承包。具备为客户提供咨询、规划、勘察、设计、建设、运营以及工程造价咨询、建设项目环境影响评价、工程招标代理、工程监理等全价值链、全方位服务的能力。公司在大跨度建筑、飞机和发动机维修工程、科技博览类建筑、空间规划与城市规划、航空规划设计与建设、航空大型试验设备设计与制造、能源与环境工程设计、建设和运营、勘察和测量技术等方面处于国际、国内领先地位。

公司拥有最高等级、最广领域的行业资质。2007年在国内首家获得工程设计综合甲级资质，2009年获得房屋建筑工程、机电安装工程施工总承包壹级资质和城乡规划甲级资质，拥有对外经营权、对外工程承包权。公司通过了质量体系认证、建设工程总承包质量、环境和职业健康安全管理体系认证、国家武器装备科研生产二级保密资格认证。

中国航空规划建设发展有限公司于2007年开始投入到基于BIM设计理念的全产业链设计优化改革浪潮之中，经过多年探索实践，建立起了专业齐全、技术过硬、模块自主研发完备的BIM设计团队。在多个项目应用中积累了丰富的经验，并深刻体会到BIM设计带来的市政工程类项目的优势。在未来的设计领域，中国航空规划建设发展有限公司市政工程设计研究院将会把BIM理念更加深入和系统的应用到更多实际项目中，将建筑信息化建设与施工精准化紧密结合，成为数字工业建设的领航者。

鲁家山生物质能源项目

欧特克软件助力打造数字工业建设领航者

项目概况

北京首钢生物质能源项目位于北京市门头沟区鲁家山，首钢鲁矿南区厂内，地处门头沟、丰台和房山三区交界处。西北部距108国道3.5公里，东距西六环8.5公里，交通和区位条件良好。2010年北京市政府与北京首钢集团合作开发了此工程。项目总投资22.8亿元，日处理垃圾3000吨，垃圾焚后减容量达到90%以上的绿色环保项目。是当时亚洲最大的垃圾焚烧发电工程。

BIM在建筑设计中的典型应用

本项目设计难点在于：一、工艺流程复杂；二、场地选址复杂、设计标高多样；三、建筑设计标准高及设计施工周期紧张。

为解决上述难点，本项目全专业采用了BIM技术进行实施。

1、BIM设计模块建设

本项目工艺流程复杂，且所选用设备均为非

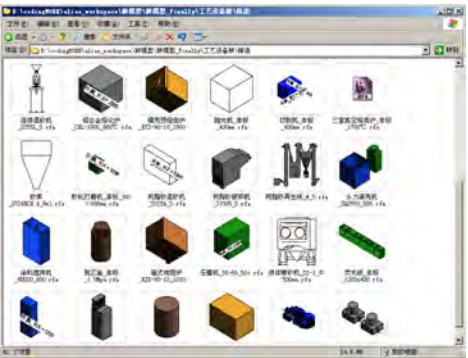


图2 BIM平台的参数化建模

标准型号，种类繁多，传统二维图纸无法精确表达设计意图。为此工艺专业需根据海外样本创建焚烧炉、飞灰固化器、脱硫塔、脱硝塔等三维模块，并以此设计管线及系统布局。该过程实现了垃圾焚烧领域内三维设计从无到有的突破。

2、结构模型设计

结构专业基于欧特克软件平台，分别将钢结构计算模型、土建结构模型整合到Revit平台内。经统计，钢结构构件数据、混凝土结构构件数据参数导入Revit软件后，存在的信息数据误差均低于1%。

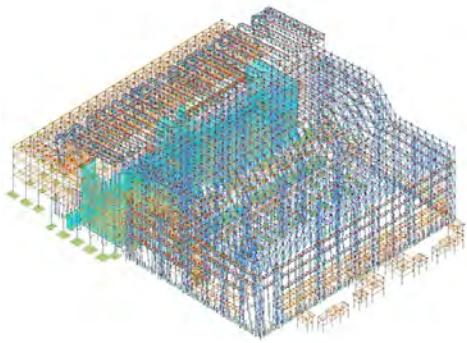


图3 钢结构BIM模型

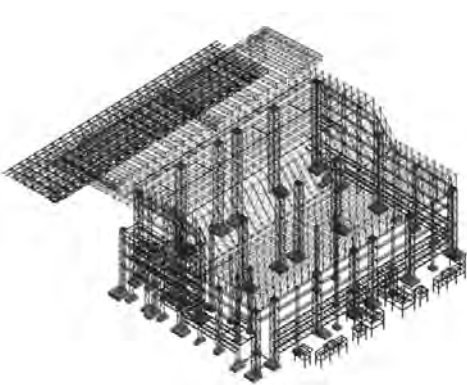


图4混凝土结构BIM模型

3、结构算量

我们将土建结构Revit模型，准确的计算出了混凝土、钢筋的工程量。实现了BIM技术在土建钢筋算量中的突破。

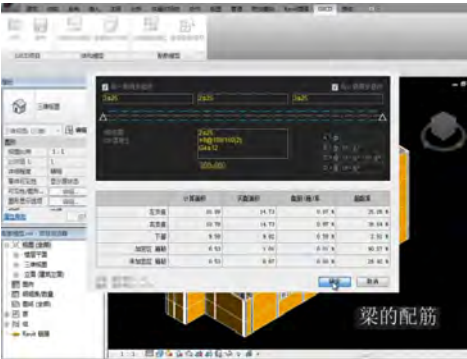


图5 BIM结构算量

4、建筑模型设计

建筑专业通过应用BIM技术完成了弧形屋面、异形烟囱、金属幕墙及异形门窗等构件要素的设计。并提供了巨大设备厂房内的三维空间效果展示。



图6 BIM建筑模型

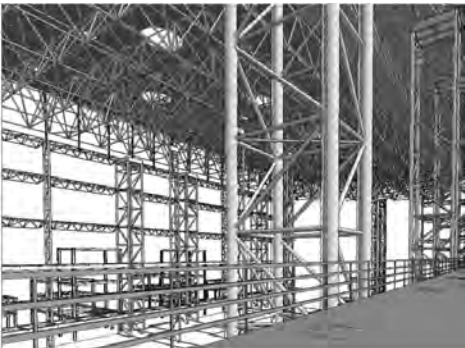


图7 室内模型

5、设备专业模型设计

通过BIM协同设计手段，给排水专业完成了综合水泵间、渗沥液处理间等工程难点部位的设计。解决了用水房间内综合管路复杂、系统多样、标高变化频繁等问题。并且实现了高标准、精细化的参数化设计。

电气专业完成了强、弱电系统、照明系统的设计。其中强电系统包括高低压配电装置布置、电缆敷设等。照明系统完成了灯具的选型、布置、照明系统图生成及房间照度计算等工作。



图8 给排水专业BIM模型



图9 电气专业BIM模型

BIM应用亮点

1.施工模拟

据统计，全球建筑业普遍存在生产效率不高的问题，其中30%的施工过程需要返工，60%的劳动力被浪费，10%的损失来自材料的浪费。BIM信息模型中集成了材料、场地、机械、设备、人员甚至天气情况等诸多信息，以天为单位对建筑工程的施工进度进行模拟。通过4D施工进度模拟，可以直观地反映施工的各项工序，方便施工单位协调好各专业的施工顺序、提前组织专业班组进场施工、准备设备、场地和周转材料等。同时，4D施工进度的模拟 also 具有很强的直观性，即使是非工程技术出生的业主方领导也能快速准确地把握工程的进度。



图10 施工模拟模型

2.工艺流程仿真模拟

为了辅助决策、让业主身临其境感受工艺方案，直观评估方案特征，做出最佳决策，提高项目方案的报批效率，降低沟通成本，提高沟通效率，并且以更加形象的方式给北京市民、青少年等参观者提供直观的学习、体验过程，鼓励社会更多的关注环保，关注循环科技。

本项目应用虚拟现实技术，通过自主开发的VRP软件平台，形象真实的展示了生活垃圾无害化处理过程中能量的转移发电、渗沥液废水的循环再利用、燃烧后固体废渣的制砖再回收和有毒尾气经过飞灰固化、脱硫、除尘、脱硝等流程后的零污染排放等全过程，使复杂的工艺流程简单明了、直观易懂。

3.空间管理：

从BIM模型中提取各专业信息，将复杂工程可视化，轻松解决隐蔽工程设计难题，使各专业

协同工作，用三维碰撞检测发现各专业之间的矛盾所在，及时调整设计，避免施工浪费，降低施工风险，使施工人员实现整个施工周期的可视化模拟与管理，将施工过程对业主的运营影响降到最低，节省施工过程在管理问题上投入的时间与资金。



图11 碰撞检测报告

4、绿色建筑：

本项目不仅是重大的环保工程，也是北京市青少年的绿色教育基地。在主厂房22.5米层设计了一条长240米的参观走廊，游览者可以在参观过程中了解到垃圾分类、焚烧发电的全过程。

为保证良好的参观效果，设计师在参观走廊部分，进行了采光、温度、风速和防臭等绿色建筑模拟，意在设计出最舒适的参观环境，供参观者使用。并对项目整体进行了运营能耗分析，针对分析结果调整设计，使项目在整体运营过程中能耗指标达到最低，符合绿色环保的主题。

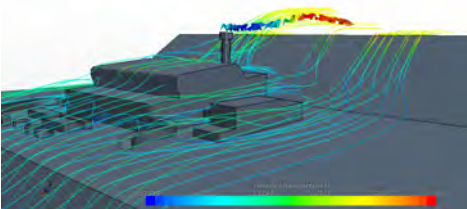


图12 建筑周边风速流线分析

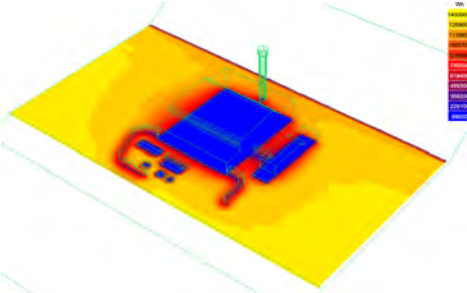


图13 场地太阳辐射分析



图14 BIM 对于业主、设计院和施工单位的价值



图15 BIM协调了业主、设计院和施工单位的关系

BIM技术是建筑设计的终极解决之道。

—何晶
副总建筑师
中国航空规划建设发展有限公司

总结

本项目用BIM技术满足了业主、设计院、施工单位的各自要求，协调了彼此间的合作。实现了垃圾焚烧发电工程领域BIM设计的设计元素模块化、工艺与管线实体化、复杂地形与室内空间三维化和后期运营智能化的综合实际效果，为今后该类项目在国内的BIM技术推广打下了坚实的基础。

公司名称
中国建筑第二工程局有限公司

项目地址
中国，上海

应用软件
Autodesk® AutoCAD®
Autodesk® Revit® Structure
Autodesk® Revit® MEP
Autodesk® Revit® Architecture
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® 3ds Max®
Autodesk® BIM 360™ Glue

BIM它是一个工具，它能够为项目提升施工质量，节约施工工期，加强施工安全，跟踪施工成本，同时它还能对项目绿色施工，降本增效起着重要的作用。它将成为未来建筑施工单位精细化管理的必备工具。

— 李兴磊
BIM负责人
上海金山万达广场

BIM技术在上海金山万达广场项目中的应用



图1 金山万达广场鸟瞰效果图

中国建筑第二工程局有限公司隶属于中国建筑股份有限公司，2002年获得建设部颁发的房屋建筑施工总承包特级、市政公用工程施工总承包壹级、机电安装工程施工总承包壹级、电力工程施工总承包贰级及地基与基础工程、建筑装修装饰工程、钢结构工程、桥梁工程、公路路基工程5项专业承包壹级资质，2010年4月23日获得住建部颁发的建筑行业（建筑工程）甲级设计资质。2014年获得化工石油工程施工总承包贰级、矿山工程施工总承包叁级资质。2012年房屋建筑施工总承包特级资质重新就位成功，2013年6月获得住建部颁发的房屋建筑施工总承包特一级资质。总部设在北京，注册资本人民币183857万元，净资产61.4亿元。

公司设有法人性质的全资子公司9个、海外公司3个、控股公司3个，非法人性质的区域公司5个、专业分公司3个、海外公司2个，总部设有23个职能管理部门。公司具备雄厚的人才资源，其中享受政府特殊津贴专家及教授级高级工程师37人，高级专业技术人才1407人，中级专业技术人才2257人，注册一级建造师813人，其它注册人员633人。

项目概况

上海金山万达广场是中建二局在施项目之一，本项目是由大连万达集团在上海投资兴建的第六座万达广场，项目位于上海市金山区，是金山区重大工程项目。总建筑面积46.89万平米，

是一个集购物中心、休闲文化娱乐、办公楼为一体的大型商业公建综合体及住宅项目。项目包括商业广场及精品住宅区，商业广场整体业态包含购物中心、室内外步行街、办公楼三大物业形态，产品丰富，能全方位满足人们的购物、休闲、文化娱乐、文化等主流消费需求。

依托金山新城总体发展规划，借势城市副心效应，项目建成后将成为整个金山区全新商业地标，树立金山区的新城形象，增加其所在地区商业的核心竞争力，提升所在区域的中心地位，拉动地区经济繁荣。通过终端消费行为推动片区经济发展和消费提示，代表上海西南区域新型现代城市商业的存在模式与价值取向。

本项目用地被2条城市道路和2条河道围合，基地形状类似于长方形。地块南侧和西侧为城市主干道，能够带来大量的商业人流，规划了大型购物中心，东侧规划为3栋22层的高层写字楼。用地北侧为老红旗巷，景观很好，沿河布置了8栋高层住宅楼。

上海金山万达广场为办公和商业综合体。总平面设计以十字形的城市商业街为主轴，组织各功能空间。城市商业街呈折线形，以此为轴心，将用地分为4个区域，西北侧为4栋高层住宅楼和2层的城市商业街A区（含变电），东北侧为4栋高层住宅楼和2层的城市商业街B区（含变电），西南侧为4层的购物中心，东南层

为3栋高层办公楼和2层的城市商业街C区。使得商业街在各个方向上均可与城市干道连通，同时在起始、中部和终点设置休闲广场，形成人流停留活动的空间节点, 丰富了室外空间的形态和层次。折线形的城市商业街，起到步移景移的效果，增加了空间趣味。



图2 步行街效果图

施工重点难点

施工重点：保证施工工期、提升施工质量、保证施工安全、确保绿色施工

施工难点：工期任务紧、图纸问题多、图纸变更频繁、BIM单方面应用

BIM应用目标

项目自开工之初构建组织架构时便单独成立了BIM部门，制定BIM实施策划书。结合工程施工重点难点明确BIM应用目标。通过BIM目标进行人员职责划分。将BIM技术应用于现场施工进度、质量、安全、绿色施工等方面，通过采用BIM技术提升项目整体精细化管理能力。

软件平台选择

本项目BIM应用平台选用Windows和IOS两种平台，其中Windows平台主要采用Autodesk Revit软件进行各专业参数化建模，Autodesk Navisworks用于综合协调与施工模拟。IOS平台采用Autodesk BIM 360 Glue 进行跟踪指导现场施工。

1、质量管理篇

BIM部门通过采用Autodesk Revit软件将设计提供的二维CAD图纸翻样成参数化模型对现场施工员，质量员和分包技术人员进行交底，让现场施工人员能够更直观的了解图纸信息，避免

了因图纸理解错误造成的二次返工，做到一次成优。同时在成型后，使用便携IPAD安装的Autodesk BIM 360 GLUE在现场对其进行对比，并拍照留底。



图3：现场质量跟踪流程

本项目以样板先行制度，在项目开工同时制定了从桩基工程到精装交付工程共约200m的工法交底样板区，通过BIM技术进行工法样板的精细化策划。并根据本项目施工要点制定每一工序操作视频对一线工友进行交底。让其更直观的理解工程设计理念。避免了后期因图纸理解不当造成的拆改问题。

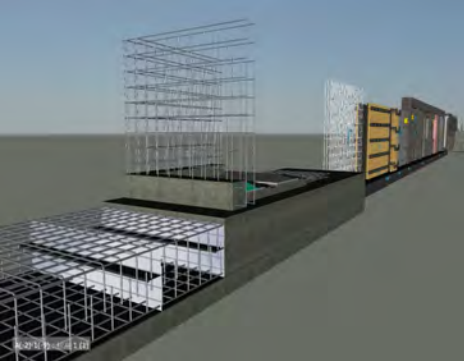


图4：工法样板策划

通常建筑施工单位将建筑物屋面防水作为重点部位来进行施工。与此BIM部对屋面防水施工节点进行了深化，并生成三维模型对施工人员进行交底，让现场施工人员更能明确的了解施工工艺。

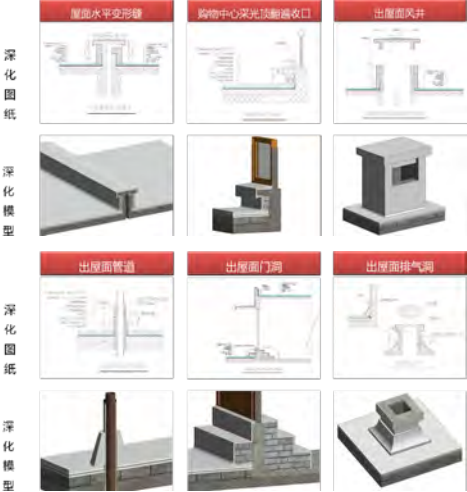


图5：屋面节点

2、安全管理篇

在现场安全管理方面，BIM部门将施工模型通过办公平台共享给项目安全部，由安全部管理人员进行相应安全防护措施布置，并将布置结果传输至移动终端，在现场通过移动终端进行对比，查看现场安全措施是否及时跟进。同时也避免了缺乏经验的安全员产生危险源盲区。从而更进一步的提升了现场整体安全管控能力。

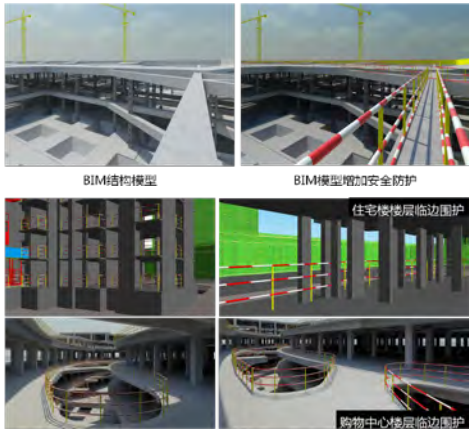


图6：安全防护策划

3、进度管理篇

通过Autodesk Revit模型和Project编制的进度计划一并导入Autodesk Navisworks生成具有时间刻度的施工模拟动画，通过直观的分析工序穿插的合理性，让编制的进度计划具有的可操作性。同时通过动画形式可以更形象的了解每一时间段的施工内容，更准确的组织人员、机械、材料等工作的安排。

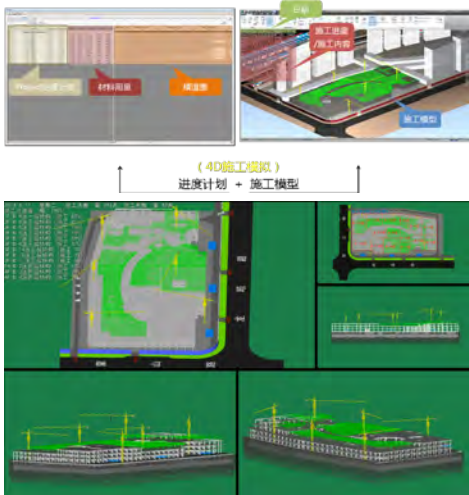


图7：施工模拟

4、绿色施工篇

节能管理

临时照明：使用Autodesk Revit对现场施工临时照明进行布置，利用BIM可视化效果对现场照明进行分析，大量的减少了原有的Autodesk AutoCAD图纸灯具布置点。且更直观的展现出现场照明情况。同时避免了因夜间施工照明不足的安全隐患。

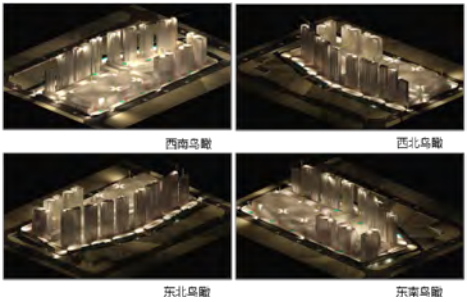


图8：现场照明策划

节材管理：

CI策划：使用Autodesk Revit对办公区、生活区和现场临建设施根据中建CI要求进行布置，并通过可视化与漫游功能进行会议讨论确定最终布置效果后进行实施。通过会议讨论结果可以得出，使用BIM技术进行布置大量减少了现场因施工完成后的变更。



图9：中建CI策划

管线综合

使用Autodesk Revit MEP替代Autodesk AutoCAD对机电安装工程管线进行综合布置，借助BIM的协调性进行优化，对管线预留洞进行设置，综合排布管线净高分析等提前解决问题，避免

因现场变更造成的材料浪费，同时也减少了因现场变更造成的工期滞后。

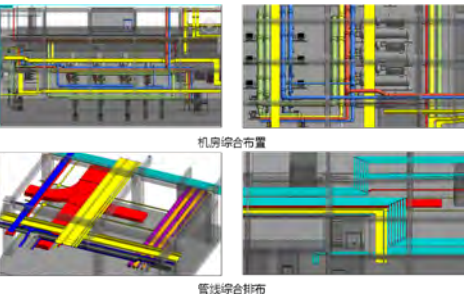


图10：管线综合布置

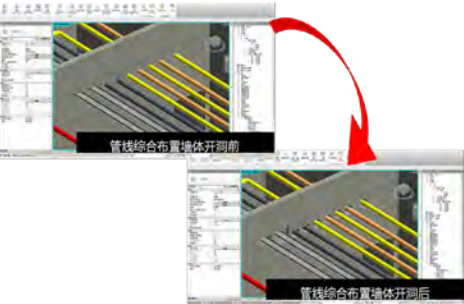


图11：墙体预留洞设置

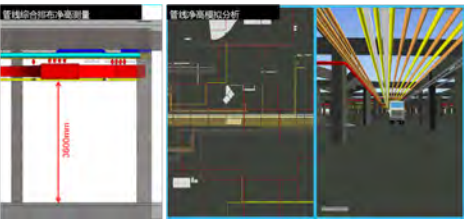


图12：净高分析

冲突检查

通过Autodesk Revit对建筑图纸、结构图纸进行参数化建模并链接到同一文件进行冲突检查，在现场施工前规避了因建筑设计师与结构设计师的沟通不足产生的图纸冲突问题。

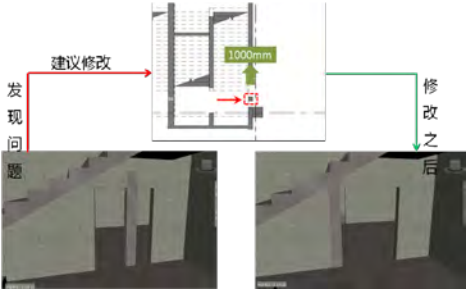
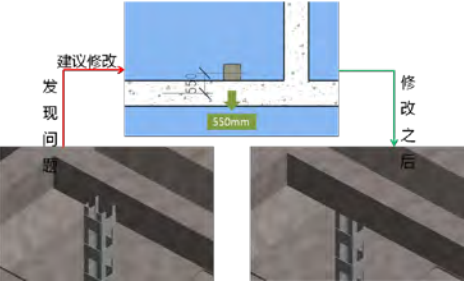


图13：冲突检查

材料（砌块）翻样

使用Autodesk Revit对二结构砌筑墙体进行参数化建模后，通过软件自动统计功能，统计每一单体楼层砌块规格与数量。根据每一楼层砌块规格进行集中加工，采取集中领料方式大大节约了现场砌块的损耗，同时也节约大量的工期。



图14：砌块翻样

节水管理

临时用水布置：通过Autodesk Revit MEP对现场临时用水管网进行布置，建立水回收系统，对现场用水与雨水进行回收处理，并用以车辆出场冲洗，卫生间用水，临时道路保洁等工作。

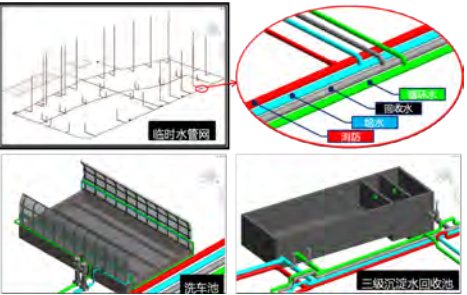


图15：临时用水策划

节地管理

临建策划

通过使用BIM施工模拟技术，直观的展现每一时间段工程量，通过工程量精准的计算人员计划。并根据人员计划合理布置生活区。大量的节约了临时住宅用地。减少了对原生态土地的扰动，保护了周边自然生态环境。同时减少了拆除时产生的建筑垃圾。

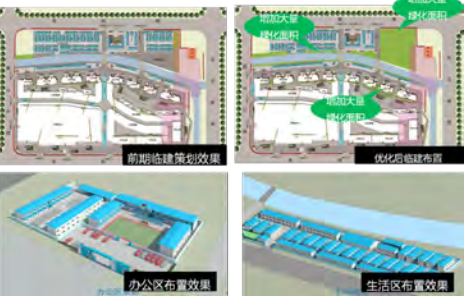


图15：临建策划

应用小结

本项目使用BIM技术与传统项目以及传统多创优项目未使用BIM技术进行对比，本项目在施工工期和材料使用上有明显的节约，与此同时在工期和材料节约的情况下对于质量和安全得到了相应的提升。



图16：成效分析

BIM技术的应用在现代建筑施工中的重要性日益突出，中建二局也大力倡导各在施项目积极探索BIM技术在施工中的应用和创新。目前，中建二局上海分公司金山万达广场、上海国际旅游度假区（上海迪士尼）、宁波罗蒙环球城等项目在BIM应用方面都取得一定突破。其中，上海金山万达广场项目在项目开工之初就组建专门的BIM技术小组，完全依靠自主探索，制定实施策划，将BIM技术有效应用于工程质量建设、安全生产、绿色施工等方方面面并取得骄人成绩，在BIM技术的综合应用以及自主创新方面更是领跑中建二局乃至同行业多数施工项目。上海金山万达广场项目也将再接再厉，努力深化BIM应用于实际施工的完美融合，打造业主持续满意的精品工程。

公司名称
中国建筑西南设计研究院有限公司
中国建筑第八工程局有限公司西南分公司

项目地址
中国，四川成都

应用软件
Autodesk® Revit® Architecture
Autodesk® Revit® Structure
Autodesk® Revit® MEP
Autodesk® AutoCAD®
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® 3ds Max®
Autodesk® BIM 360™ Glue®

BIM的发展，不仅在技术上为本项目提供了有力的支持，更大幅提高了项目各阶段、各参与方的工作、协同效率，为总承包项目提供了良好的管理平台。

一粟向民
工程总承包事业部副总经理
中国建筑西南设计研究院

天府地标，翱翔云端 ICON云端项目BIM应用



图1 ICON·云端室外鸟瞰效果图

中国建筑西南设计研究院有限公司
中国建筑西南设计研究院有限公司于1950年在“天府之国”四川省成都市成立，是中国同行业中成立时间最早的大型甲级建筑设计院之一，隶属世界500强企业中国建筑工程总公司。主营业务范围包括建筑行业建筑工程、人防工程、市政公用行业、智能化建筑系统工程的设计及咨询，城市规划设计、室内外装饰设计、工程总承包及项目管理、工程监理等。

建院60多年来，我院设计完成了近万项工程设计任务，项目遍及我国各省、市、自治区及全球10多个国家和地区，是我国拥有独立涉外经营权并参与众多国外设计任务经营的大型建筑设计院之一。2004年以来连续被亚洲建筑师协会评为“中国十大建筑设计公司”。并获得“全国工程勘察设计百强”企业称号。

作为中西部最大的建筑设计院和国家基本建设的重要国有骨干企业，我院以“精心设计、服务社会”为己任，坚持以繁荣建筑创作为宗旨，不断完善创新设计理念，力创建筑设计精品，在工程设计和科研方面获国家级、部级和省级以上优秀奖近600项，并取得了国家优秀设计金质奖5项、银质奖4项、铜质奖5项的创优佳绩。60多年的设计耕耘，我院在博览文化建筑、体育建筑、医疗建筑、教育建筑、旅游建筑、居住建筑以及空间结构等设计领域具有独特的设计优势，而严格、规范的ISO9001质量体系认证管理更使我院的设计质量为业界广泛认同。

中国建筑第八工程局有限公司西南分公司
中国建筑第八工程局有限公司西南分公司系中建八局有限公司下属的直营公司之一，经营范

BIM技术在设计阶段应以建筑物功能分析为主；在施工图阶段以图纸校核、深化设计为重点；在施工阶段以辅助技术生产管理、安全质量管理、现场施工指导为核心。

一张琴
技术与信息中心经理
中国建筑第八工程局西南分公司

围涉及大型公建、体育场馆、机场、城市综合体、基础设施等各个领域，具有集土建、安装、装饰一体化的总承包经营管理能力。同时，逐步发展EPC、“定制建造”等融投资带动总承包业务。

公司以局总部为依托，以川渝、北京、两湖为重点，集丰富的管理经验、扎实的专业技术与追求卓越的服务理念，承建了一系列具有社会影响力的工程。公司秉承“服务业主、奉献社会”的经营宗旨，致力于为用户提供高品质的服务。成立以来共荣获5项鲁班奖、7项国家优质工程奖、4项詹天佑奖、国家AAA级安全文明标准化工地6项、省部级优质工程、全国建设工程优秀项目管理成果一等奖，全国实施用户满意工程、奥运工程建设劳动竞赛优秀科技成果、全国五一劳动奖状、首都劳动奖状、先进企事业单位、用户满意企业、省市优质工程40余项，连年被评为当地（区）安全生产先进单位、地区建筑业企业AAA级信誉企业、省、市级文明单位。2009-2010年、2010-2011年被四川省建筑业协会评为先进企业。

项目概况
ICON云端项目位于成都高新南区南端，与华阳交界处，天府软件园二期南侧，西临天府大道，东、南临河，北临天府软件园二期，地理位置优越，由一栋高端商业、办公、酒店综合体（云端塔），位于云端塔东南侧的天府音乐厅及多功能小剧场，和一栋住宅组成。

项目工程总投资18亿，总建设用地面积约32786.38m²，总建筑面积约21.3万m²。项目于2012年11月开工，预计竣工日期为2016年6月。

项目采用BIM的原因
ICON云端项目建筑形态众多，功能复杂，多系统交叉配置，设计及施工难度大，采用的是EPC总承包模式。为了合理利用资源，节约成本，实现每一个环节上的成本控制，实现利润的增值，将BIM技术应用贯穿于项目的设计-采购-施工全过程。

BIM在本项目中的典型应用
1. 三维协同设计
本项目利用Autodesk Revit系列设计软件，在设计阶段充分协调各专业，完成了洞口预留预埋、碰撞检测、净高控制、管线综合出图及交底等应用。

在云端01，03，04子项中，经BIM软件校正后，新增洞口172个，调整40个，减少2个，共计214个，通过与设计、施工的交底，减少了相应的开洞费用，也节省了工期，使项目施工整体衔接流畅。

根据各专业现有的各专业二维成果进行建筑信息模型创建，BIM团队通过三维可视化先检查项目机电、土建模型之间的硬碰撞问题，再辅以相关软件软碰撞检查功能检查各专业间的软碰撞问题，从而进行调整与修正。

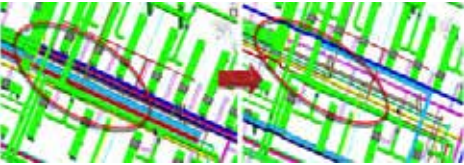


图2 节段劲性骨架碰撞检测

净高控制为本项目中业主最关注，也是BIM应用最成熟、最有价值的应用点。BIM团队与土建设计团队、装饰装修设计团队、机电设计团队共同就项目的各区域净高进行了严格核查与控制，对净高不满足要求的位置进行专项讨论、实时商定修改方案。

云端塔6-29F中，楼层高度3.9m，梁底高度为

3.05m，而业主方要求管底高度为2.8m。因此可容许走管的高度仅为250mm。在这个艰巨的问题面前，团队利用BIM技术，与机电各专业设计师全力协作，充分利用次梁梁空高度，同时尽量保证通道处主管不交叉，历经多次方案调整和配合，最终顺利完成目标。

BIM软件出图迅速、准确，在本项目中已完成管线综合参考图纸128余份，涵盖土建、机电所有专业，为最新的图纸升版和现场施工及协调提供了依据。

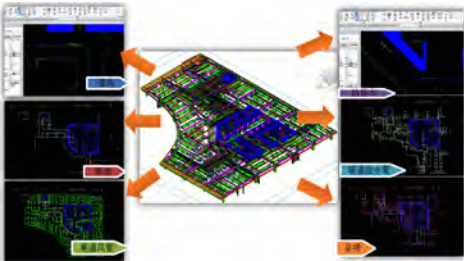
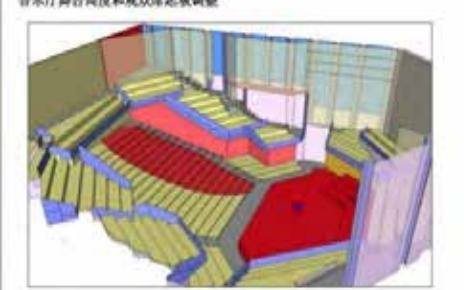


图3 各专业管线综合参考图纸

2. 音乐厅声学分析
ICON云端项目将BIM模型导入到声学分析软件中，对音乐厅的声场环境进行模拟分析，从而获知音乐厅的早期衰变时间、混响时间、清晰度、强度指数、早期侧向能量因子以及语言传输指数等声学参数，根据声学分析报告来调整音乐厅的设计方案，最后调整、优化装饰装修方案，达到最优的听觉效果。



音乐厅舞台高度和观众席起坡调整

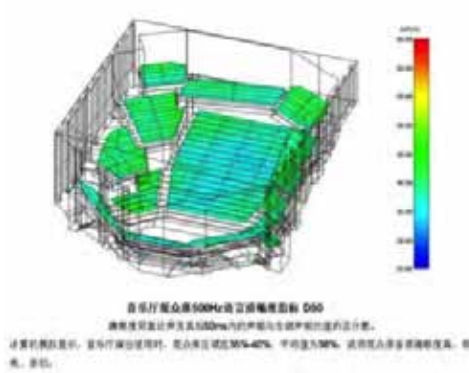


图4 音乐厅声学分析报告（部分）

3. 音乐厅座位视点、视线分析

观演类建筑尤为关键的一点是观众座位的视线分析，在云端音乐厅中，我们通过BIM技术，利用Autodesk 3ds Max软件，可以切实模拟剧场内不同位置、不同区域的座椅面对舞台的视线效果，根据分析模拟结果，优化座位布置。真实的观感效果可以让观看者无需亲临现场即可获得360度身临其境的感受。此外，在后期的运营阶段，该分析结果为业主制定票价分区提供了可靠的依据。



图5 视点视线分析三维模拟图

4. 幕墙埋件技术方案比选

本项目采用工字钢梁+钢筋桁架楼层板，结构受力复杂，传统平板埋件和后置化学锚栓的方式均无法满足设计的需要。项目部集合专家的意见，拟定出三种基本可行的设计方案，采用BIM技术对各方案进行快速、直观的模拟，整合设计、施工工艺、成本比对、风险分析等方面进行综合比较。

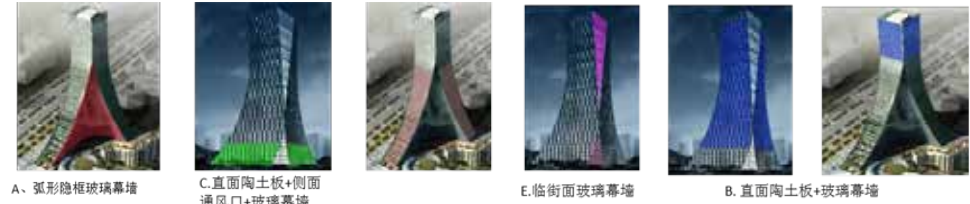


图6 云端玻璃幕墙分布情况

方案名称	优点	缺点	备注
方案一：弧形隐框玻璃幕墙	1. 弧形隐框玻璃幕墙具有较好的视觉效果，且施工难度相对较低。	1. 弧形隐框玻璃幕墙的施工难度较大，且成本较高。	1. 弧形隐框玻璃幕墙的施工难度较大，且成本较高。
方案二：直面陶土板+玻璃幕墙	1. 直面陶土板+玻璃幕墙具有较好的视觉效果，且施工难度相对较低。	1. 直面陶土板+玻璃幕墙的施工难度较大，且成本较高。	1. 直面陶土板+玻璃幕墙的施工难度较大，且成本较高。
方案三：直面陶土板+侧面通风口+玻璃幕墙	1. 直面陶土板+侧面通风口+玻璃幕墙具有较好的视觉效果，且施工难度相对较低。	1. 直面陶土板+侧面通风口+玻璃幕墙的施工难度较大，且成本较高。	1. 直面陶土板+侧面通风口+玻璃幕墙的施工难度较大，且成本较高。

图7 幕墙埋件方案对比结论

5. 施工指导及现场产品检验

云端项目从2013年5月份开始应用BIM技术至今，为现场施工提供三维大样90余次，复核现场提出的问题30余次，参加总包方设计例会3次，提供现场服务11次，在推动整个项目进程的过程中起到了积极的作用，协助设计、配合施工方在施工前解决了大量的难题，对加快日后安装施工进度、控制施工质量、节约施工成本有着重要的意义。

在施工阶段，利用Autodesk BIM 360 Glue帮助施工现场管理人员在移动设备上随时随地查看三维、二维施工图纸，使用多点触控功能来缩放、平移和旋转图形，查看图形构建细节、构件尺寸、标高，协助现场作业指导，大大提高了现场施工的效率、准确性。



BIM技术加强了总包方对施工现场的管控能力，让我们在进度、成本等方面都有了更精准的把控，且可以有效解决施工重难点的问题，降低了项目的不确定性。

—赵亚军
总工程师
中国建筑第八工程局西南分公司



图8 施工指导及现场产品检验

6. 施工进度模拟

项目采用Autodesk Navisworks模型整合平台与Microsoft Project等进度计划软件关联，实现动态可调整的4D模拟施工，形象地演示施工进度和各专业之间的协调关系；并通过远程监控系统将4D模拟施工与现场施工进度进行对比。

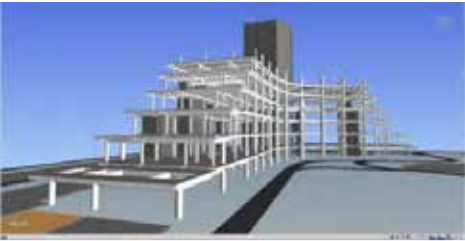


图9 施工进度模拟与实际进度对比图

7. 施工工艺模拟

对于重难点施工工艺，使用BIM模型予以详细深化模拟展示，为现场施工工作做出良好的示范、引导作用，便于施工人员直观、深入了解施工工艺，提高施工管理人员指导作业的效率，确保工程质量和进度。

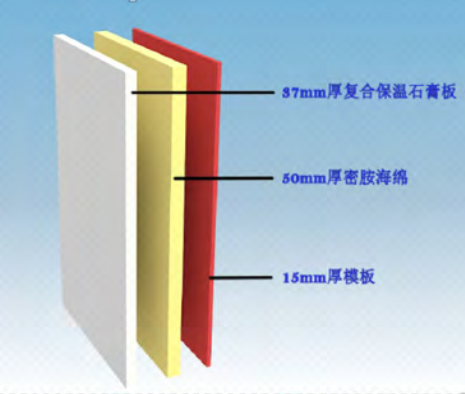
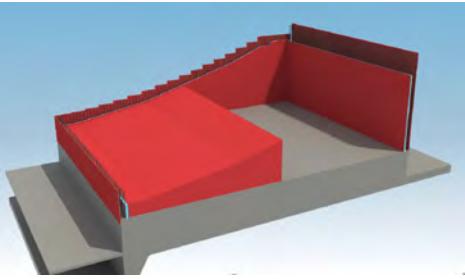


图10 音乐厅静压箱定性木模板施工工艺模拟

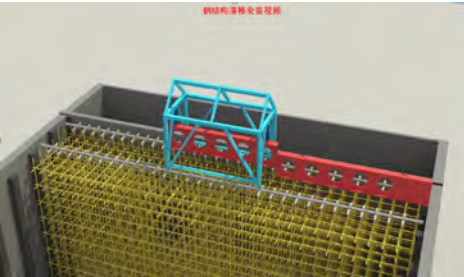


图11 钢结构滑移安装工艺模拟



图12 钢结构滑移安装现场图片

总结

云端项目通过应用BIM技术，整合各专业内容融入BIM模型，各参建方通过统一的管理平台实现BIM模型及信息共享，总包、设计、施工、监理及各专业分包商共享资源、及时沟通，实现了各参与方的高效协同，取得了众多的效益，主要表现在以下几方面：

- (1) 实现了各专业的信息共享，构建了良好的管理沟通平台；
- (2) 优化了劳动力配置、材料设备进场、成本控制、施工方案管理，提高了管理效率，节约了社会资源；
- (3) 加快了工程建造速度，从而使项目不同环节的各个参与方都能获益，有巨大的经济价值及潜力；
- (4) 为绿色环保低碳施工提供了可靠的数据信息支持。

BIM需要项目各方的通力配合才能发挥最大

在设计阶段，通过BIM进行三维协同设计，可让各专业之间的沟通更为直观、彻底、高效，让设计成果更为准确。

—徐慧
副总建筑师
中国建筑西南设计研究院

公司名称
中国联合工程公司

项目地址
中国，杭州

应用软件
Autodesk® Revit® Architecture
Autodesk® Revit® Structure
Autodesk® Revit® MEP
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® Vault
Autodesk® Ecotect®
Autodesk® Design Review
Autodesk® DWG TrueView™

在本项目中采用的协同准则可以说是BIM协同技术和实际应用的结合点，也是实施过程中的重点。中国联合基于欧特克软件，根据项目自身规模和需要，定制开发了为业主、设计、施工等项目参与方提供BIM数据共享、信息交换的BIM协同平台，基于协同平台的功能特性，中国联合制定了一套完整的BIM项目实施准则，规范了各参与方的BIM行为准则、权限分配、BIM成果交付方式、问题响应时间，实现了各方异地BIM协同工作，项目参与方能够利用这个平台及时、准确地进行沟通，使得BIM项目运作的更为高效。

—徐磊
建工一院院长
中国联合工程公司

杭州来福士广场项目中的BIM应用天人合一——人文建筑与自然景观的完美融合



图1 杭州来福士广场室外鸟瞰效果图

中国联合工程公司（以下简称中国联合）是以原机械工业第二设计研究院为核心，联合多家国家甲级勘察设计公司组建的大型科技型工程公司，隶属于中央大型企业集团、世界500强企业——中国机械工业集团有限公司，总部设在杭州。

中国联合现有员工5000多人，专业技术人员占95%以上。设有工业工程、民用工程、能源工程、工程建设、工业装备、规划市政、国际业务等业务板块。作为国内最早组建的国家大型综合性设计单位之一，中国联合设计了以上海电气、东方电气和哈尔滨电气三大动力基地为代表的一大批国家装备制造骨干企业，设计和建设了300多座电厂，数以千计的标志性民用建筑。

经过六十年的纵横驰骋和市场竞争的风雨磨砺，中国联合服务领域早已从单一的机械行业扩展到各类工业、电力、建筑、市政等二十多个行业，成为国内首批获得工程设计综合甲级资质的企业。中国联合服务方式也从工程设计

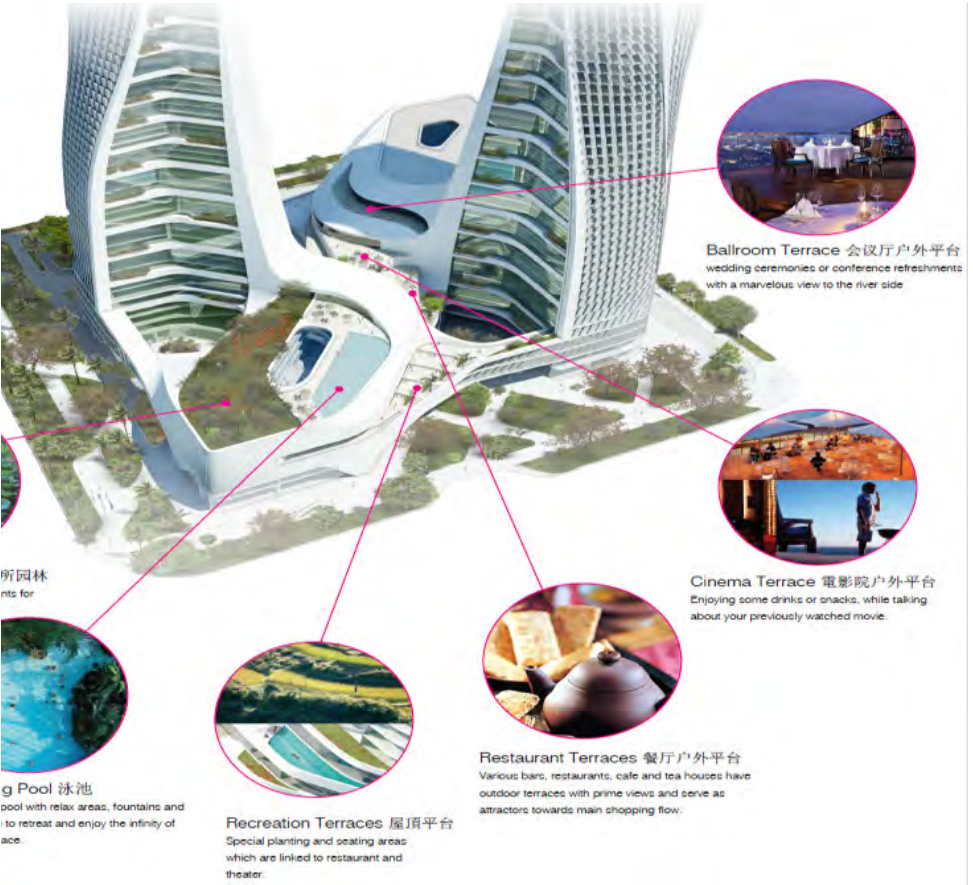
向前后延伸到工程建设全过程，在继续做精做强设计咨询业务的同时，积极开拓工程总承包和项目管理业务，大力提升EPC能力，积极参与国际竞争。

项目概况

杭州来福士广场项目，占地约4万平米，建筑面积约40万平米。由一栋裙房商场和两栋集办公、酒店为一体的综合超高层塔楼组成。本项目是钱江新城的核心区域的地标性建筑，钱江新城位于浙江省杭州市城区的东南部，钱塘江北岸，作为钱江新城的一张名片，向世界展示着钱江新区的精气神。

因地制宜，天人合一，本项目设计理念来源于举世闻名的自然景观钱塘潮，建筑体态线条流畅、造型独特，与周边自然环境及建筑融为一体，并且与钱塘江交相辉映，熠熠生辉。此外，本项目与地铁4号线地下通道相连，实现了无缝对接，同时位于地铁1号线、2号线和4号线组成的环线之内，出入通达，交通便捷。

项目难点



(1) 项目形态、功能复杂
如何适应并与周边复杂高端的业态环境和谐呼应，又能独树一帜？如何整合复杂的曲面造型、建筑功能空间、结构体系和机电安装？是这个项目的一个难点。

(2) 参与方多，协调难度大
项目的参与方达20多家，直接使用BIM软件参与项目的顾问单位多达8家。

(3) 工程的通病
——业主的设计及施工团队需要在短时间内主动的寻找横跨各专业图纸上的问题，要做到问题零遗漏是很困难的。

——也许最小的问题，往往只能在施工后才得以发现，造成施工不顺畅。

——就是发现了问题，可能不够时间去分析和解决。导致追不上施工进度或需要返工。

BIM基础应用

1. 机电整合

由于建筑造型复杂，将会大大增加附着在复杂造型的机电管线的设计复杂性。通过BIM模型强大的可视化功能，对他们之间的关系和是否碰撞进行检查检测，排除了二维图中难以发现的诸多问题。这些系统包括室内管线综合、室外市政管线优化以及裙房屋面雨水系统分析等。

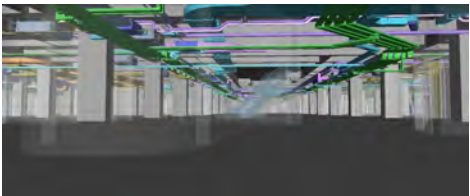


图2 室内管线综合

BIM技术及流程的出现，改变了业主管理项目的模式，由业主领导的综合三维的BIM模型带来了设计管理上的透明度，业主的设计管理团队可以更主动的了解问题，解决方案的可行性大大增加了与顾问及施工单位的互动性，从以前等待顾问报告问题及解决方案，到现在可以主动查找问题，优化并在管理上指导顾问的工作内容，时间顺序及问题解决的方向。

—胡俊文
数字化建筑（BIM）研究中心主任
中国联合工程公司

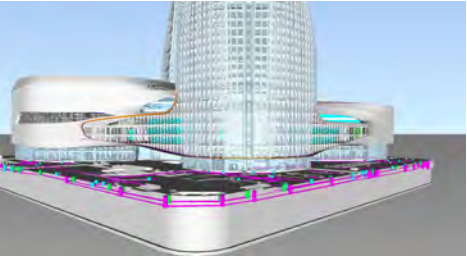


图3 室外市政管线优化

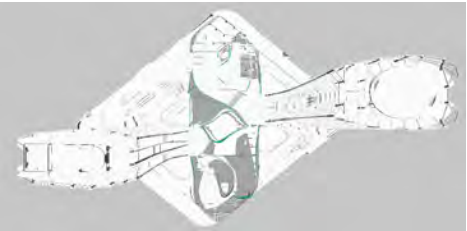


图4 裙房屋面雨水系统分析

2. 钢构+土建整体协调

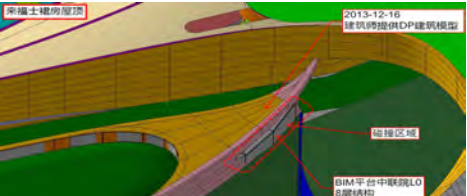


图5 裙房屋面幕墙、钢构、土建综合分析

为了保证幕墙、钢结构、土建三者的逻辑一致性。建筑师、结构工程师、幕墙厂家、土建施工方群策群力，提出了各种定位方法，并通过BIM进行验证、优化。

(1) 钢构、幕墙优化。

(2) 幕墙+钢构+土建的BIM综合

3. 辅助分析

利用BIM工具进行大量的辅助分析是本项目的一大亮点。以下进行部分举例——

(1) 暖通风口位置与幕墙、抗风柱开口的协调。

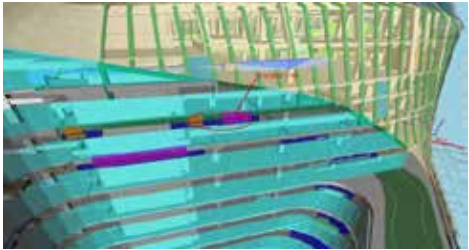


图6 暖通风口位置与幕墙、抗风柱开口的协调

(2) 屋顶冷却塔上部散热空间、水平接管空间分析

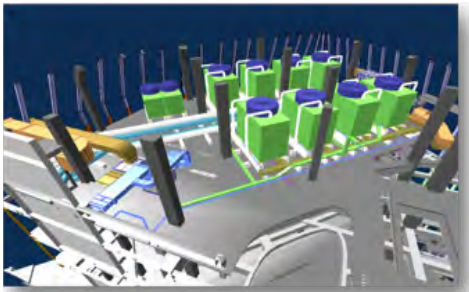


图7 屋顶冷却塔上部散热空间、水平接管空间分析

(3) 地下广场入口处树木屏蔽入口分析

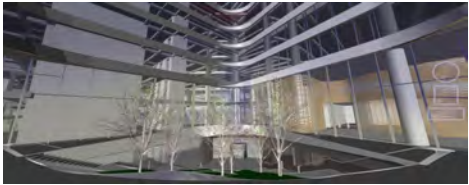


图8 地下广场入口处树木屏蔽入口分析

(4) 8层游泳池暖通风管配合倾斜幕墙的定位分析及泳池净空高度分析

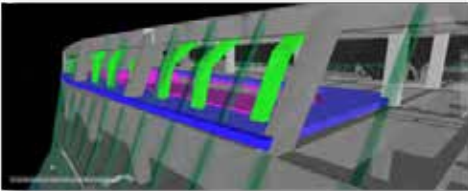


图9 8层游泳池暖通风管配合倾斜幕墙的定位分析及泳池净空高度分析

(5) 室外标示位置分析

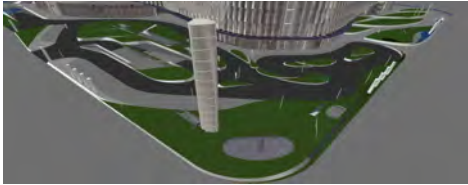


图10 室外标示位置分析

(6) 室外灯柱位置及高度分析

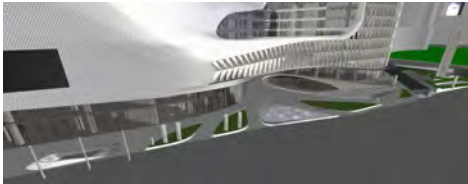


图11 室外灯柱位置及高度分析

(7) IMAX 屏幕移动路线分析

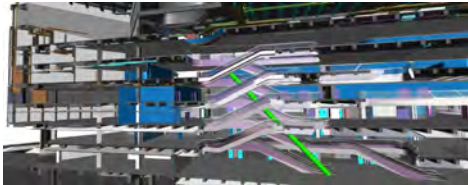


图12 IMAX屏幕移动路线分析

4.施工优化——可建性模拟



图13 可建性模拟——屋顶擦窗机结构轨道

我们设想是打造我们中国联合的BIM 云平台。BIM云有两大特点：（1）这是一个按需提供服务的可伸缩扩展的服务平台。（2）打造一个提供BIM全生命周期管理的平台。通过服务平台来提供所有需求的解决方案和服务，而用户无需去关心复杂的IT环境。

—陈晶
信息化中心主任
中国联合工程公司

上图所示为：利用BIM软件预先进行屋顶擦窗机结构轨道建模，帮助设计、施工单位精确定位。

通过BIM技术对项目的重点和难点部分进行可建性模拟，对于一些重要的施工环节或采用新施工工艺的关键部位进行模拟和分析，让项目设计、建造过程中的沟通、讨论、决策都在可视化的状态下进行，以提高计划的可行性来提高施工效率。

BIM高级应用

1. 基于Autodesk Vault定制开发BIM协同平台

中国联合基于Autodesk Vault及其他欧特克BIM软件，根据项目自身规模和需要，定制开发了为业主、设计、施工等项目参与方提供BIM数据共享、信息交换的BIM协同平台，基于协同平台的功能特性，中国联合制定了一套完整的BIM项目实施准则，规范了各参与方的BIM行为准则、权限分配、BIM成果交付方式、问题响应时间，实现了各方异地BIM协同工作，项目参与方能够利用这个平台及时、准确地进行沟通，使得BIM项目运作的更为高效。



图14 基于Autodesk Vault定制开发的BIM协同平台

2. 基于BIM的产业营销



图16 杭州来福士BIM技术应用发布会

2013年12月11日，凯德杭州公司在钱江新城洲际酒店举办“杭州来福士BIM技术应用发布会”，并邀请业界精英、行业专家及杭州主流媒体共同见证，迈出了商业推广的第一步。中国联合BIM团队将项目BIM模型进行实时渲染并生成了精彩的宣传视频，成为发布会上的最大亮点。

BIM应用展望

中国联合通过收集各项项目的成功经验，将逐步形成具有企业特点的优秀方案、设计、应用经验、产品配置库、构件库、管理流程等标准，支持快速应用到新项目，从而加快新项目开发速度，逐渐形成一个基于BIM的多项目管理体系。

将近一年的实践实施效果可以看出，特别是在专业专项综合设计方面，BIM的加入起到了非常好的作用，在施工实施之前，解决了很多碰撞问题，通过3D可视化模型，在钢构幕墙以及机电管线的深化上，及设计中间建筑和结构之前自身的碰撞和错误的问题，都得到提前解决，保证了设计的准确率，减少了以后施工中修补和敲打改造等工作。

—王文豪
凯德杭州来福士广场项目总经理
中国联合工程公司

作为BIM全生命周期的应用，很有必要开发出一套基于BIM的物业设施管理系统，并与现有BIM协同平台耦合。

公司名称
中建海峡建设发展有限公司

项目地址
中国，福建

应用软件
Autodesk® Revit® Architecture
Autodesk® Revit® Structure
Autodesk® Revit® MEP
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® Maya®
Autodesk® 3ds Max®
Autodesk® Ecotect® Analysis
Autodesk® Showcase®
Autodesk® Project Vasari

欧特克公司是BIM技术的集大成者，它将带领建筑企业进入工程建设的数字时代。

—王耀
副总经理
中建海峡建设发展有限公司

汇聚四海，润泽八方

BIM技术在福州海峡奥林匹克体育中心项目中的应用



图1福州海峡奥林匹克体育中心鸟瞰效果图

中建海峡建设发展有限公司——是中国建筑股份有限公司在福建海西市场组建的首家区域总部实体运营公司。公司扎根福建30多年来，连续多年位居福建省市场行业排名第一，福建省省级房屋建筑工程施工总承包预选承包商名录第一，福建省建筑业企业综合排名第一，拥有的厦门中建东北设计院是福建地区最负盛名的国家甲级设计院之一。是福建省首家房屋建筑工程施工总承包特壹级资质企业。先后被授予全国重合同守信用企业、全国设备管理优秀企业、全国质量管理优秀企业、全国建筑业新技术应用先进集体、全国建设系统企业文化建设先进单位、全国五一劳动奖状等诸多荣誉称号。公司紧跟国家和区域经济投资导向，努力实现从单一的施工总承包商到建筑商、投资商、运营商“三商合一”的市场角色转变，从原有的房建到集设计、房建、基建、地产“四位一体”的产品结构延伸，从单纯的建造到集规划、投资、建造、运营“四位一体”的产业结构扩容，为区域经济的发展做出了积极贡献。

项目概况

福州海峡奥体中心项目位于美丽的福州市仓山区南台岛中部，东临城市主干道二环路，南靠三环快速路，北接规划中的地铁三号线，为甲级大型体育建筑，是福州承办2015年首届全国青年运动会的主会场。项目集健身、娱乐、休

闲、购物为一体，建设后将成为福建省规模最大的奥林匹克体育主题公园，是未来福州市标志性建筑。项目主要由体育场、体育馆、游泳馆、网球馆、配套及商业办公等单体项目组成，总占地面积约1100亩，总建筑面积约40万㎡，预估总造价约36亿。



图2福州海峡奥林匹克体育中心夜景效果图

本工程BIM技术应用特点及创新点

特点1：领域广

本工程BIM技术的应用领域从设计、施工到运维全生命周期，涵盖管线深化设计、复杂工艺质量控制、施工安全教育培训、建筑设备智能运维等方面，可谓领域广，功能全。

特点2：着点实

本工程BIM技术的应用方向是始终坚持“一切为了提升项目价值”为宗旨，围绕项目安全生产和质量创优的目标，以解决实际问题为出发

点，故着点实，定位准。

特点3：标准化

本工程BIM技术的应用过程标准化程度高，每一项BIM技术应用都按照工程需求分析、技术可行性评估、实施方案策划、应用效果检查等流程开展，坚持流程标准化，最终实现示范引领和科技推广的目的。

特点4：效益大

本工程BIM技术的应用价值非常大，性价比高，据统计单单项目机电安装工程采用BIM技术在碰撞检查、桥架设计、管网线路优化等方面提高工效，节约工期，折算后共节约成本约50万元，性价比非常明显。

BIM在本工程的典型应用

1、机电管线综合及平衡设计

1.1碰撞检查

在三维环境下将建筑、结构及机电等专业的模型进行叠加，并将其导入到Autodesk Navisworks软件中进行碰撞检测，通过典型的截面图及三维模拟可以直观的把设计图纸上的问题全部暴露出来，尤其是在施工中各专业之间的位置冲突和标高“打架”问题。

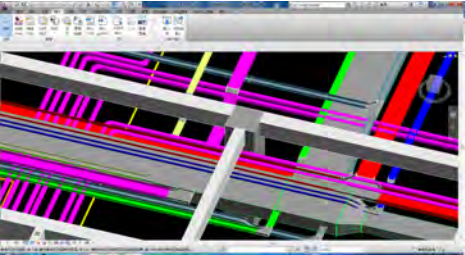


图3碰撞检查前

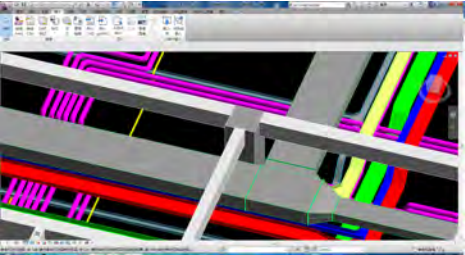


图4碰撞检查后

1.2工程出图

通过BIM模型辅助深化设计出图，不仅能够确保图纸精确性，便于施工安装，还能利用BIM模型的三维可视性模型配图方式，方便现场施工人员理解辨认系统，福州海峡奥体项目在根据现场实际情况配以剖面、平面、轴测、大样图等多种形式辅助施工人员施工，有效提升施工效率。

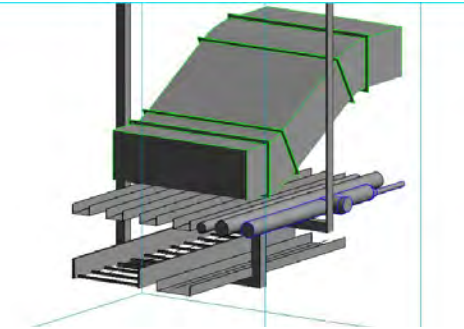


图5 三维模型

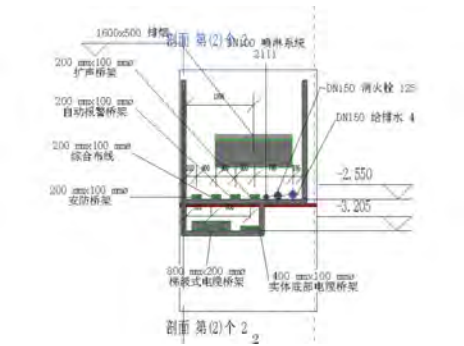


图6 模型剖面图

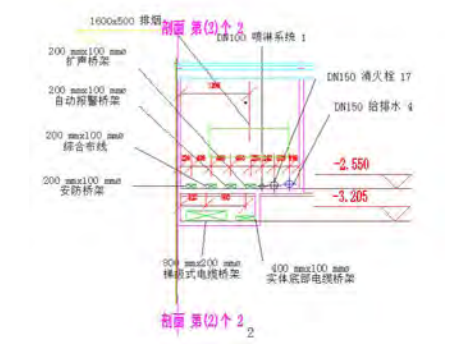


图7 生成的CAD图

1.3预制加工

本项目实现了基于BIM 的预制加工技术，通过BIM模型预制加工支架高品质制作，提高现场作业的安全性，提升现场施工品质，减少了现场施工成本，更确保了加工设计的精确度，提高机电管道预制加工图出图效率和质量。

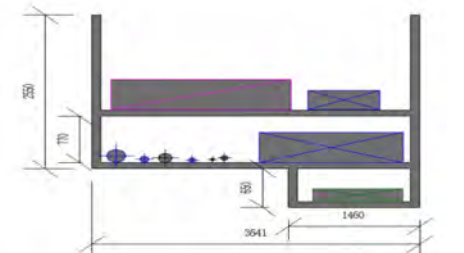


图8 支架三维模型



图9 预制加工



图10现场施工效果

2、室外管网综合及空间分析

福州海峡奥林匹克体育中心室外管网工程，管线系统分布在 1100亩占地范围内，为一场三管及商业中心正常运转提供水、暖、电等支持。我司充分考虑各专业水平布置与垂直间距，规整水平布置，各专业左右分边走位，垂直方向以重力管平面为分割，上部空间走小管，下部空间走大管且分层平行布置，支管浅层绕行。大大减少了对临水临电的破坏、减少土方挖填量、避免返工、加快了进度。优化管线走位，提供下料尺寸，节省材料，提升了施工质量，提高了一次性成品率。

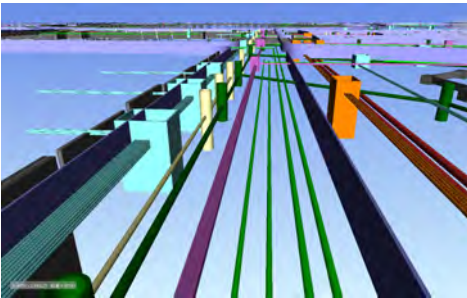


图11 室外管网综合 1

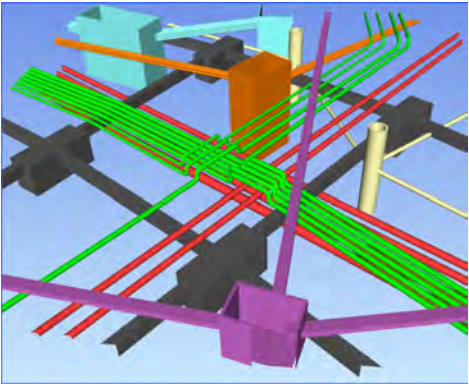


图12 室外管网综合 2

3、施工进度计划4D模拟

通过将BIM模型与施工进度计划关联和场地状况进行4D动态模拟，4D动态模拟形象地反映了施工过程中施工现场状况以及各项数据的变化。通过对日期、工序的选择，可更直观展示当日、当前工序工程进展情况以及工程量变化情况。这样通过BIM技术结合施工方案、施工模拟和现场视频监测，大大减少建筑质量问题，安全问题，减少返工和整改。

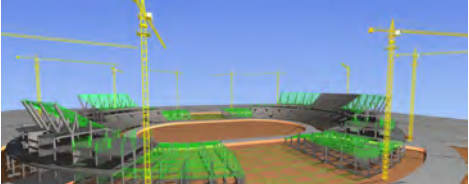


图13 施工进度计划1

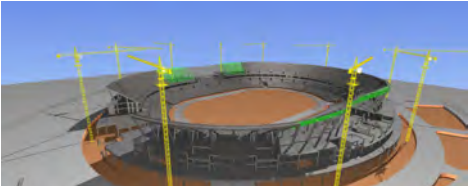


图14施工进度计划2

4、复杂钢筋节点施工工艺模拟

本工程建筑造型复杂，结构层次复杂，圆弧轴线的圆心数量多，半径大小不一，多点控制，是一座多圆心不规则建筑物。工程结构层高、跨度大、荷载重、构件体积大、节点处钢筋复杂。工程结构体系大，节点复杂给设计和施工都带来了困难。如何解决复杂节点的施工成为了技术的难点。最终采用BIM的可视化、可模拟化技术构建空间实体模型，对复杂节点按照设计图纸配筋，对钢穿插进行模拟并展示复杂节点的施工工序，使得问题能更好解决。

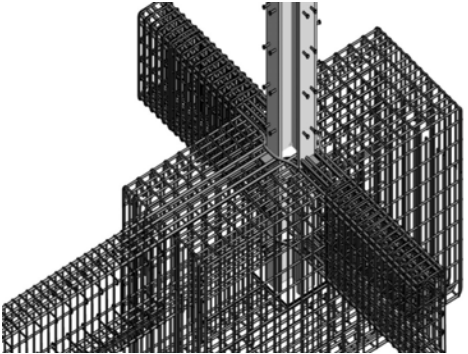


图15 复杂钢筋节点1

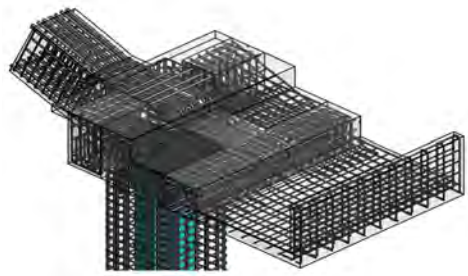


图16复杂钢筋节点2

5、钢结构节点深化设计

福州海峡奥体中心主体育场屋盖钢罩棚结构由主单元网格和次单元网格以及腹杆组成，主、次单元网格之间通过斜腹杆与之连接形成弯扭贝壳式曲线造型。精确、平滑的弦杆线型是保证工程建筑外观，充分实现设计意图的重中之重。整个屋盖罩棚铸钢节点达到1134个，各节点的支腿管径、角度均不一致，难以圆滑相贯，且均属于重要受力节点，需要经过一定的受力分析后确定铸钢做法，工作量大。深化设计时，每段均以控制点绘制圆弧，形成圆弧形弯管，再通过各段圆弧的空间模拟，形成最终的三维曲线；对线型进行合理完善，达到圆滑曲线目的。

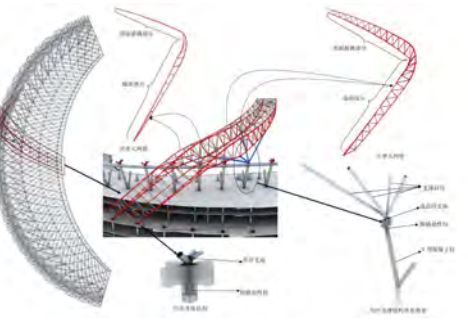


图17 钢结构节点图



图18 钢结构圆弧



图19 模拟弯扭管

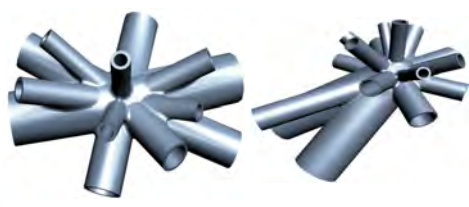


图20 钢结构节点模拟1



图21钢结构节点模拟2

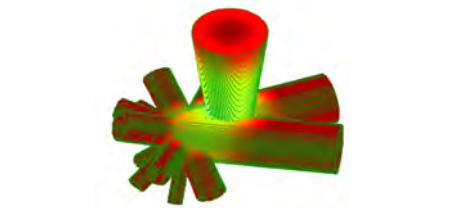


图22钢结构节点有限元分析

6、群塔作业碰撞管理

根据CAD图纸建立群塔BIM模型，按照塔吊运行手册在BIM模型中模拟塔吊的运行状态，验证期安全性。

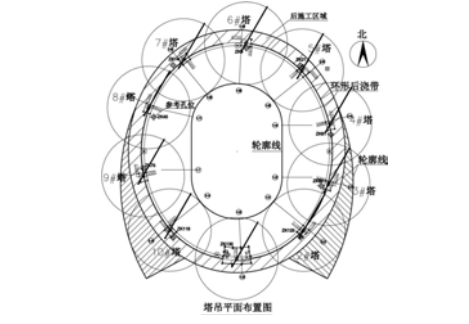


图23 塔吊平面布置图

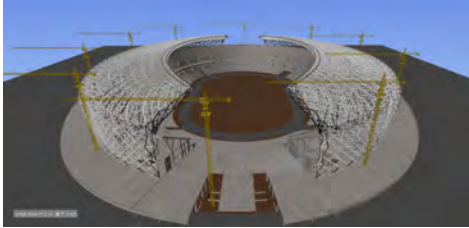


图24 群塔作业防碰撞模拟

7、建筑安全标准三维仿真系统

针对当前施工现场安全意识不强，标准化贯彻不彻底的现状，以施工工艺流程为主线，结合施工现场实际情况和建设工程施工安全要求的特点，基于BIM技术建立《建筑施工安全可视

化三维仿真平台》。系统涵盖模板工程、扣件式钢管脚手架、高处作业、施工现场临时用电、塔式起重机、施工升降机、场容场貌与消防安全、临时设施共八项内容。



图25 系统界面1



图26 系统界面2



图27 系统界面3

系统有模拟演示、互动操作、管理统计、更新升级四项功能，实现项目安全生产管理：1、三级安全教育培训游刃有余；2、标准施工工艺和安全防护要点轻松学习和掌握；3、建筑施工安全资料准确获取；4、施工安全管理高效便捷。

8、应急疏散模拟

消防演习是为了人员的安全防火意识，让大家进一步了解掌握火灾等突发事件的处理流程，以及在处理突发事件过程中的协调配合。利用Autodesk Revit软件建立核心数据，通过格式支持使Pathfinder软件能够正确的读入Autodesk Revit产生的核心数据，对人员疏散速度、疏散路线进行模拟，实现利用BIM技术策划消防演练，评估消防演练计划的方案可行性。



图28 看台疏散模拟

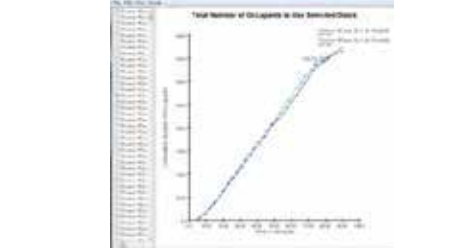


图29疏散模拟报告

9、信息集成与知识库管理

通过开发IFC模型转换接口和导入接口，导入Autodesk Revit等软件模型中的几何信息及其所有的属性信息。用户可以按照制定的excel格式录入构件的相关数据。同时也导出构件的数据信息，形成数据报表。提供运维过程中的经验知识管理，其中模拟操作功能则可以让设备的操作和维护人员更加形象地了解某设备的操作流程或其安装过程。

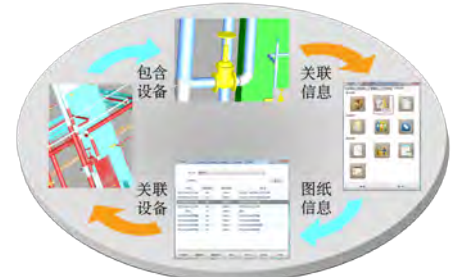


图30 信息集成与知识库管理原理图

10、环境分析

Autodesk Ecotect Analysis软件是一款功能全面，适用于从概念设计到详细设计环节的可持续设计及分析工具，其中包含应用广泛的仿真和分析功能，能够提高现有建筑和新建筑设计性能。采用Autodesk Ecotect Analysis气象分析软件对福州市全年气候进行分析，得出基础数据作为后续分析的依据。通过使用Autodesk Ecotect Analysis对福州海峡奥体体育场以及三馆进行太阳阴影验证，分析全日阴影遮挡情况。

BIM技术是实现工程项目精细化施工的一个必备工具，是实现企业竞争差异化发展的强有力的手段。

—刘火生
企业技术中心副总经理
中建海峡建设发展有限公司

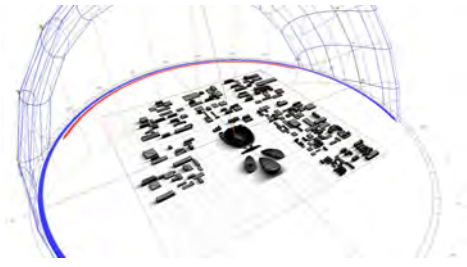


图31 全日阴影遮挡情况

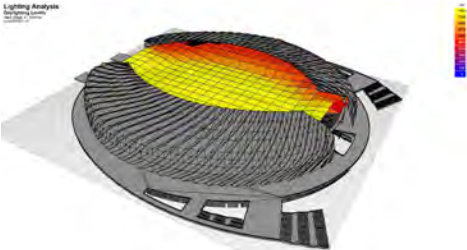


图32 日照采光分析

总结与展望

项目通过应用BIM技术，在福州海峡奥林匹克体育中心施工总承包管理过程中，进行可视化沟通应用、施工图校核、深化设计、技术方案论证及模拟、施工管理，并对BIM模型数据库进行了充分的应用，极大的发挥了BIM在建筑施工中的价值，社会效益和经济效益明显。

在日后的工程施工中，我们仍需将BIM技术运用到质量管理、造价管理、运营管理中，最大化的实现BIM在施工过程中的能量与价值，真正实现BIM在工程全生命周期中的应用。

公司名称
中建三局集团有限公司

项目地址
中国，天津

应用软件
Autodesk® Revit® Architecture
Autodesk® Revit® Structure
Autodesk® Revit® MEP
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® 3ds Max®
Autodesk® AutoCAD®

通过BIM技术, 我们全面提升了项目总承包管理能力, 特别在设计、进度、合约、生产协调等方面的管理取得了巨大提升。

—余地华
天津高银117大厦项目总工程师
中建三局

筑梦云端，圆梦津门

BIM技术在天津117大厦项目工程总承包管理中的应用



图1 117大厦项目鸟瞰效果图

中建三局集团有限公司, 是世界500强企业上市公司——中国建筑重要子公司, 是具有多功能、集团化经营的国有大型建筑安装骨干企业。是世界500强企业上市公司——中国建筑重要子公司, 是具有多功能、集团化经营的国有大型建筑安装骨干企业。公司在超高层建筑施工、复杂空间钢结构建筑安装、特殊构筑物施工、大型工业建筑施工、清水混凝土施工、高级装饰施工、复杂深基础施工、超厚钢板焊接、大型超长预应力张拉施工、计算机信息技术等方面具有独特优势, 达到国内和国际先进水平。

中建三局坚持建造与投资“两轮”驱动发展战略, 形成了以建筑安装为主业, 基础设施、房地产开发、钢结构、商品混凝土、海外业务和高级装饰多业并举的完整产业链, 为客户提供施工总承包、工程总承包和项目管理服务。建造业务遍布全国31个省(直辖市、自治区)和香港、澳门特别行政区, 并拓展到巴基斯坦、阿尔及利亚、印度尼西亚、越南、柬埔寨等国家。

欧特克的BIM软件作为我们基于BIM总承包管理体系的重要技术支撑平台, 实现了多专业设计模型的整合及数据共享。

—叶建
天津高银117大厦项目副总工程师
中建三局

项目概况:

天津高银金融117大厦是天津市20项重大服务业工程项目之一。117大厦地上117层(包含设备层共130层), 597米高, 结构高度596.2米, 中国第一、世界第二; 总建筑面积为84.7万平方米, 创民用建筑单体面积之最。

“危楼高百尺, 手可摘星辰。不敢高声语, 恐惊天上人。”这原本是古代诗人瑰丽的想象。中建三局, 将这美丽诗文又一次变为现实。

117大厦的建筑设计融合了中国传统文化与现代美学, 方案设计出自国际著名建筑大师暨巴马丹拿集团主席兼首席建筑师李华武之手, 整个建筑方案设计运用了《易经》的智慧, 采用负阴抱阳的设计理念。

高银金融117作为整个「天津高银Metropolitan」项目的重点建筑, 其外形设计独特, 将成为未来中国地标性的建筑物。大楼主入口空间感超然, 气势磅礴。

大厦主楼92层以下为超甲级国际商务办公楼, 94层以上为超五星级酒店, 其中115层为带有室内游泳池的高级会所、116层为景观餐厅、117层为高档酒吧, 系一幢集甲级办公、酒店、旅游观光、精品商业于一体的特大型超高层摩天大楼。大厦首层为65米×65米, 4200平方米, 向上以0.88度的角度逐层缩小至顶层46米×46米, 2100平方米, 采用钢筋混凝土核心筒+巨型框架支撑的结构体系, 塔楼顶部为巨大的钻石造型, 象征着尊贵无比的至高荣誉。



图2 117大厦项目室内效果图

该工程从2008年10月8日开工建设; 2012年7月30日实现主塔楼地下室结构封顶。按照工程施工总体进度计划, 2015年8月30日实现大厦主体结构封顶; 预计2016年8月8日全部竣工并投入使用。

2015年1月19日, 天津, 位于滨海高新区的117大厦主塔楼第101层混凝土浇筑完成, 标高达到502.635米, 突破500米大关。这也意味着, 中国北方出现了首座超过500米高的摩天大楼, 这也是世界第8座、中国第5座超过500米的超高层。

未来, 高银金融中央商务区不仅是天津滨海新区的一张靓丽“名片”, 还将成为可与香港中环商务区媲美的天津全新商务区, 更将成为中国京津地区城市的全新地标。

BIM应用背景

597米的天津高银117大厦, 作为国内在建结构高度第一高楼, 也是中建三局历史上总承包合同额最大的项目。要求高、施工技术难度大、涉及协作方多、工期长、管理复杂。同时作为中建三局第一个真正意义上的PC总承包管理项目, 领导高度重视, 提出打造总承包管理行业标杆, 秉持提升: 计划管理、设计管理、合约管理、招标采购管理、公共资源管理五大核心业务能力。

针对以上几项要求, 结合项目本身的复杂程度。很显然, 使用信息化技术即BIM手段来帮助项目管理者更好的进行施工管理, 是一个必然的选择。

通过此项目, 完成BIM技术在项目总承包管理过程中的应用落地, 通过BIM模型作为纽带, 有效地串联起总包管理层、BIM实施方、项目商务部、项目施工部及各个分包之间的信息交互, 如下图所示:



图3 信息交互

解决方案

根据117项目BIM应用的“信息共享、协同工作”的要求及应用目标, 结合工程特点制定详细解决方案, 具体思路如下图所示:

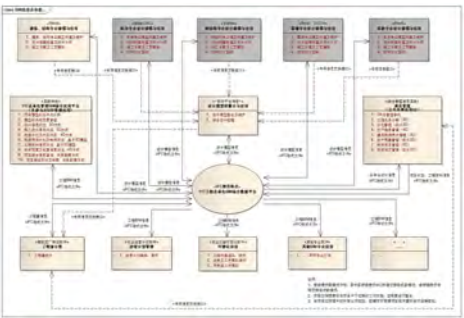


图4 BIM应用架构图

117项目使用云文档平台作为文档管理、三维可视化交流、任务发布的平台。通过专有软件进行碰撞检查、进度模拟、工序模拟、三维场平布置等一系列专业应用。

考虑到117项目BIM系统的复杂性和前瞻性以及在系统开发集成方面有些技术问题还需充分研究, 项目计划分阶段进行BIM实施应用工作: 第一步: 按照总体应用目标完成BIM实施标准规范制定、设计模型构建和BIM专业化应用工作。第二步: 在第一步应用和充分研究基础之上, 完成BIM综合应用平台开发和与总承包项目管理系统的集成工作。

欧特克同广联达的战略合作促进了施工阶段本土化BIM系统的协同，实现了设计阶段到施工阶段的数据传递和共享，大幅提升项目BIM应用价值。

— 安培
天津高银117大厦项目BIM与信息中心经理
中建三局

BIM专项应用

专项应用阶段，117项目严格按照策划阶段确立的BIM实施标准，构建三维数据模型，通过统一软件平台整合各专业模型，进行碰撞检查、优化设计、预制加工、施工协调、三维算量等专业应用。

117项目土建专业采用Autodesk Revit软件进行建模，为了更好地付诸于项目应用，117项目采用分层、分专业的模型创建方式，在建模过程中，将各专业模型分开单独创建，创建完成后形成一个整合模型(如图所示)：

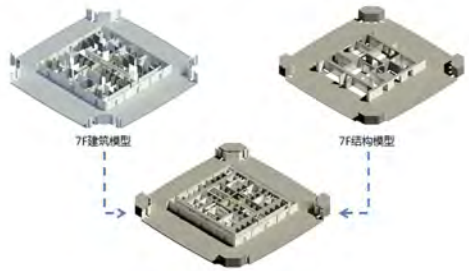


图5 建筑结构模型

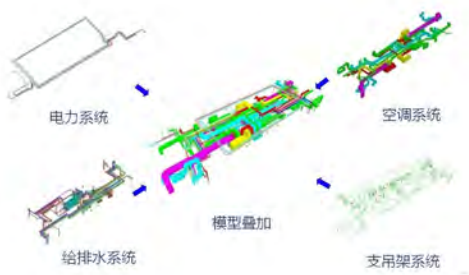


图6 机电模型

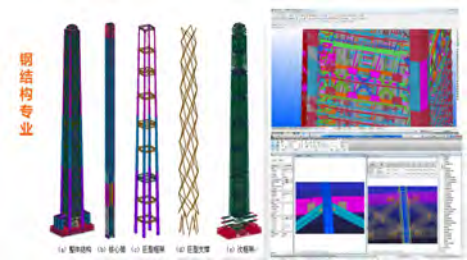


图7 钢结构模型

117项目部收集及校核各专业设计模型，在Autodesk Revit、Autodesk Navisworks中汇总整合所有设计模型(如图8所示)。定期对模型进行汇总、校核并反馈校核意见，提供校核后真实有效的工程量、资料料表等数据。

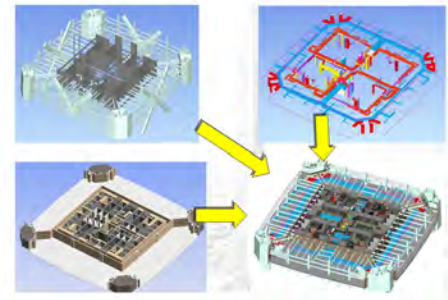


图8 多专业整合模型

117项目定期开展技术方案交流会，针对施工过程中的重难点问题，通过整合模型进行模型三维浏览和漫游模拟进行可视化展示，有效促进团队对细节问题进行沟通。在项目每周设计例会上，通过使用Autodesk Naviswork整合模型及模型漫游视频进行设计交底，使设计交底更加直观形象(如图9所示)。

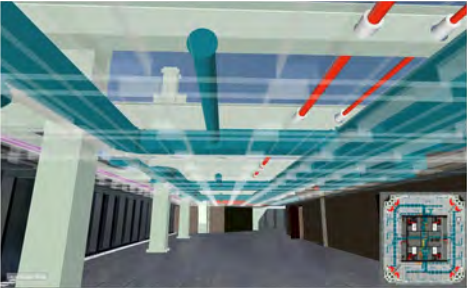


图9 模型漫游

117项目部每周进行各专业深化会议，将建筑、结构、机电专业设计模型导入碰撞检查工具（Autodesk Naviswork），进行碰撞检查分析、发现设计碰撞问题并生成碰撞检查报告(如图10所示)。会议上通过模型浏览，现场提出修改建议，各分包单位依据修改建议进行深化模型的调整，项目深化设计部进行碰撞问题跟踪记录。

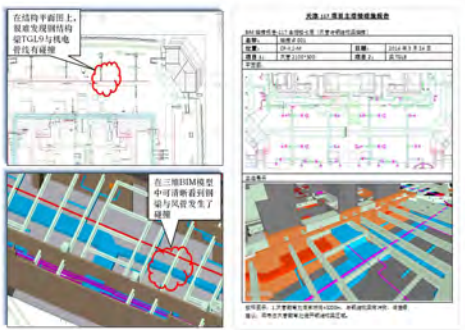


图10 碰撞检查报告

117项目针对本工程特性，开展了超高层项目深化设计模型三维算量课题研究，并取得突出成效。我们通过开发Autodesk Revit导出GFC插件，将土建模型导入到算量软件中。商务预算人员直接对模型进行算量工作，并出具工程量清单，进行工程预算成本统计(如图11所示)。避免二次建模，工作效率成倍提高。可以预见，全方面实现该项技术，可以为以后的商务应用带来极大便利。

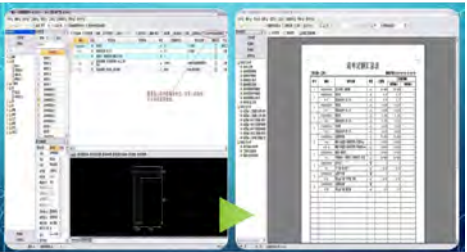


图11 基于BIM模型进行三维算量

在施工协调管理方面，利用BIM模型通过Autodesk Naviswork和Autodesk 3ds max软件制作施工总体和关键工艺工序内容的动画演示资料，随结构施工不断更新，BIM应用团队制作完成了外框架钢结构工序模拟、外框架钢结构斜撑模拟、顶升模架工序模拟等视频文件(如图

12所示)，在项目施工协调会及交底会已成功运用BIM模型模拟视频替代传统的图纸交底模式，使施工人员更直观地对工程设计进行了解和分析。

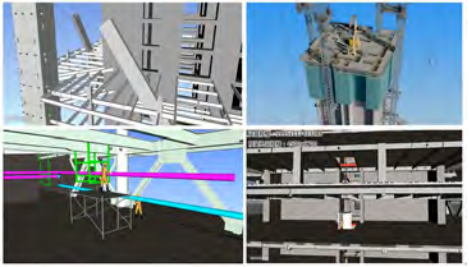


图12 关键工序内容模拟动画

项目亮点

进入天津滨海高新区津静公路，117大厦纤细的身姿婀娜大气。远远望去，一座高20米左右的“金刚罩”包裹着大楼核心筒顶部，仿佛一座“空中楼阁”横亘云端。该工程自2008年10月8日开工建设以来，作为天津117大厦的总承包方，中建三局在6年多时间里攻克了无数施工难题，创造了一项项令人叹为观止的中国“之最”、世界“之最”：

597米——中国结构第一高楼；
120米——国内房建领域最长桩基；
210吨——国内单根最重防屈曲钢支撑；
84.7万平方米——创摩天大楼建筑面积世界之最；

6.5万方——超高层建筑混凝土底板世界之最；
578米——全球最高通道塔；
594米——单井道运行高度世界之最；
3兆帕——超高层建筑水管压力世界之最；
45平方米——超高层巨型柱截面尺寸世界之最；
564米——全球最高室内游泳池；
579米——全球最高观景平台。

天津117项目的实施面临结构高、体量大、工期紧的困难，对项目施工管理能力提出了新的要求。基于Autodesk 一系列软件的通用性以及便捷性，确保了在各个阶段良好的实用性，通过BIM专项应用和综合管理方面的成功实施，我们形成了一套新的基于BIM的项目管控模式，提升了项目在深化设计、工程进度、图档资料、商务管理等方面的工作效率，给项目带来了新的管理思路。

未来，我们将持续在工程管理BIM应用的道理上进行探索，勇于创新。通过现代化的手段改变工程管理模式，给企业带来最大的价值。

通过Autodesk Revit与BIM管理系统相互之间平台和接口的研发，我们实现了基于BIM的三维算量，商务预算人员直接对模型进行算量工作，工作效率成倍提高。

— 周晓帆
天津高银117大厦项目BIM与信息中心
业务经理
中建三局

公司名称
中建一局集团建设发展有限公司
北京市住宅建筑设计研究院有限公司

项目地址
中国，北京

应用软件
Autodesk® Revit® Architecture
Autodesk® Revit® Structure
Autodesk® Revit® MEP
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® BIM 360™
AutoCAD® Civil 3D®
Autodesk® Ecotect®
Autodesk® Green Building Studio®
Autodesk® Design Review
Autodesk® DWG TrueView™
AutoCAD® WS

BIM技术正受到业主的关注和青睐，但限于目前发展条件，业主的需求我们不一定能全部满足。从设计院的角度看，BIM提供了一个广阔的应用前景。在我们院内部，我们也将BIM当作十二五期间中的科技创新发展重点。相信通过技术的推广和应用，BIM会给我们带来更大的价值。

—高洋
BIM总监
北京市住宅院

像造汽车一样造房子

BIM在长阳天地产业化住宅的全生命期应用



长阳天地效果图

中建一局集团建设发展有限公司

中建一局集团建设发展有限公司，简称一局发展，原名中国建筑第一工程局第四建筑公司，隶属中国建筑工程总公司旗下的中建一局集团，成立于1953年。现有员工3300余人，注册资本3亿元，净资产10亿元，资信等级AAA级，银行授信总额达40亿元，已连续多年保持年度经营性现金流入净值大于零、年末贷款为零的记录，具备资产负债率比行业平均水平低约10个百分点的优良资金状况。2012年，一局发展成为全国首批获得新房屋建筑工程施工总承包特级资质、并同时获得建筑行业（建筑工程）甲级设计资质的企业，不仅进一步巩固了一局发展在中国建筑业的领先地位，还为公司全面开展设计施工一体化业务，实现公司从单一“施工商”身份向“建造商”的转变打下良好的资质基础。

北京市住宅建筑设计研究院有限公司

北京市住宅建筑设计研究院有限公司组建于1983年。具有建筑行业建筑工程甲级资质、风景园林工程设计专项甲级资质、城市规划编制

乙级资质，被北京市科学技术委员会、北京市财政局等认定为高新技术企业，为北京工业大学（建规学院、建工学院）、北京建筑大学、中国矿业大学产学研合作及实践教学基地。

我国经济社会发展已经进入城镇化和工业化时代，作为国民经济支柱产业的建筑业迫切需要产业现代化转型升级。建筑产业现代化是以技术集成型的规模化工厂生产取代劳动密集型的手工生产方式，以工业化制品现场装配取代现场湿作业施工模式，实现住宅部品部件生产的工厂化、施工现场的装配化的绿色建造。可以有效提高劳动生产率，减少原材料和能源的浪费，降低建筑工程成本，实现规模经济效益。

不同于传统建筑方式，住宅产业化是用工业化生产方式建造住宅，被形象地比喻为“像造汽车一样造房子”——楼板、楼梯等几乎所有部件在工厂里建造，再运送到工地进行组装，工人们像搭积木一样将建筑部件一层一层搭建起来，一座新房子就建成了。

而BIM技术的兴起，其高效的设计模式，可视化的模型展现，严格的逻辑思维模式，工程信息的赋予与展现，都为产业化住宅在设计和施工运维带来的巨大的推动作用。

项目概况

长阳西站产业化住宅项目属于装配整体式剪力墙结构，建筑面积 9万9千281平方米，位于北京市房山区长阳镇，属于全产业化住宅。其中预制构件包括楼梯、楼板、阳台板、空调板，内外承重墙预制率也达到90%。

基于BIM的在产业化住宅长阳天地项目的全生命期应用的流程图如下：

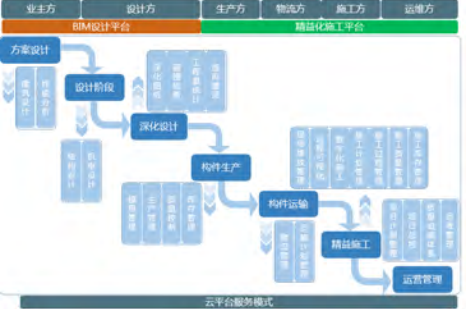


图1 BIM的全生命期应用流程图

建筑设计阶段：

1. 建筑设计：

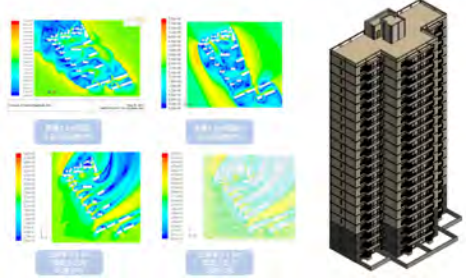


图2风环境模拟

本工程有6栋21层住宅和6栋11层住宅。基于Autodesk Revit进行建筑设计、机电设计，构建建模。

通过BIM技术实现绿色建筑的理念，基于室外风环境的模拟，提出基于BIM的优化方案，以满足室内通风要求。日照模拟，充分利用场地自然条件，合理设计建筑形体、朝向、楼距和窗墙面积比，使住宅获得良好的日照、通风和采光。

2. 结构设计：

结构设计阶段，我们从Autodesk Revit结构模型出发，利用盈建科模型和pkpm模型的互导，

将结构计算信息进行有效的传递。利用软件进行钢筋参数化建模，进行碰撞检查，输出施工图纸。

3. 机电设计：

电气设备专业基于Autodesk Revit与其他专业进行协同设计，进行管线碰撞检查，同各专业进行实时调整。同时在Autodesk Revit MEP中通过数据驱动的系统建模和设计来优化管道桥架设计，可以最大限度地减少管道桥架系统设计中管道桥架之间、管道桥架与结构构件之间的碰撞。

4. 效率对比：

在结构设计中，利用软件出图相对传统CAD模式，大幅度的减少了制图的工作量，出图时间由四天缩短为两天。

深化设计阶段

1. 钢筋深化：

深化设计阶段，预制构件间钢筋排布复杂，钢筋建模是我们遇到的最大问题。

而当今市面上的BIM软件对于钢筋的支持度却不好，以Autodesk Revit为例：首先，钢筋布置麻烦，必须在剖面中添加，而且不能将钢筋载入族中，作为嵌套族存在，系统钢筋在遇到洞口避让不方便，无法满足深化需求，钢筋尺寸等不符合国内相关规范图集的要求，钢筋明细表统计不能添加钢筋形状图。

针对以上种种问题 我们再Autodesk Revit上进行深度二次开发，完成了智能的参数化钢筋族库，使PC模型基于参数驱动生成，同时简化了深化环节，塑造了一套高效的流水线深化模式。

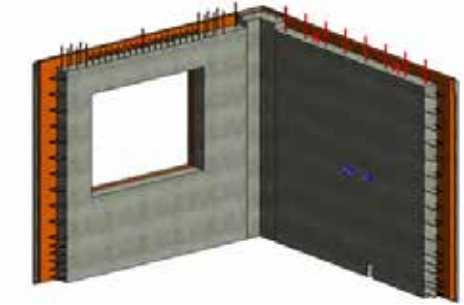


图3预制混凝土外墙和PCF节点

我们在Autodesk Revit中对钢筋进行重新搭建，使钢筋尺寸完全符合图集规范要求而且利用直径、保护层等关键参数将弯折角度、弯折长度等来驱动整个钢筋形状，每个钢筋都具有高度的课调性，改变弯折角度、钢筋部分弯折、整体偏移等等都轻松实现。

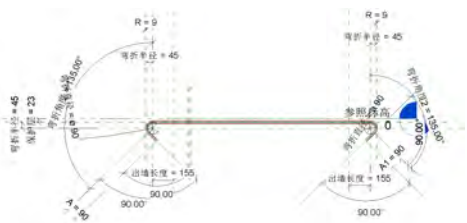


图4智能参数化钢筋

在模型中遇到钢筋与构建内预埋件打架，实现一键自动钢筋弯折，并且可以随意改变弯折方向。在模型中进行单根钢筋的布置也十分方便布置钢筋如同画线一样，钢筋自动识别结构层，并自动留出各个面层的保护层厚度。

2. 建模流程的优化：

为了进一步简化建模流程，常规钢筋都嵌套进结构墙里锁定，并关联相关参数，钢筋跟随墙身尺寸变化而变化，实现整个模型的基于参数化驱动生成。

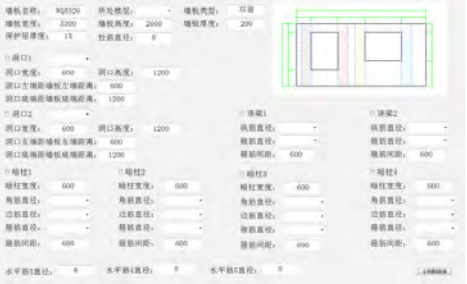


图5参数化设计界面

如图，只需要在表中填写尺寸及钢筋信息，Autodesk Revit就可以自动生成相规格的墙板钢筋模型。不只是钢筋，我们还将构建中的线盒、线管、施工预埋件、施工留洞、钢筋套筒等全部参数化，使搭建模型如同搭积木般简单。

3. 精细的碰撞检查：

完整模型后，我们又将碰撞检查进行更细致的划分，以确保设计精度和减少施工返修。

首先是预制构件内部的碰撞检查，包括：钢筋与钢筋间、钢筋与构建内施工预埋、钢筋与机电预埋。

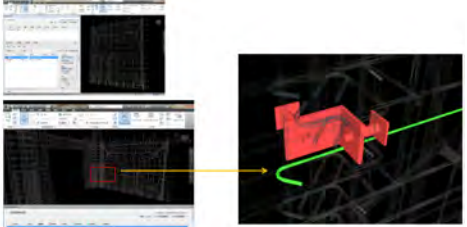


图6钢筋碰撞检查

图中就是检查出水平钢筋与施工预埋的连接件发生了碰撞。

然后是预制构件与现浇部分的碰撞检查，包括预制墙板与现浇暗柱之间的钢筋碰撞检查、预制构件的钢筋与施工外挂围挡的预埋件的碰撞检查。通过极其细分的碰撞检查，最大程度的减少传统设计和施工过程中无法预测到的问题，实现精细化设计。

4. 精细化的图纸：

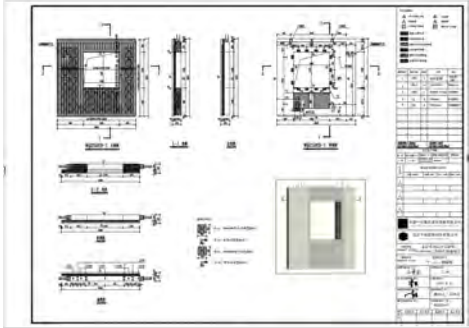


图7建筑图纸

这就是我们生成的外墙板 2526B-3 的建筑深化图纸，每张图纸都会有渲染好的3D效果图，便于工人视图。

5. 准确的工程量：

众所周知，Autodesk Revit自身的明细表功没有办法实现在表格中生成相应钢筋的尺寸及标注。

我们通过二次开发将钢筋形状参数与模型信息进行关联，实现了在导出钢筋下料单的时候，同步添加包含尺寸标注的钢筋形状示意图。整个过程 基本是程序自动完成耗时不到1分钟。在构件生产时，数控设备接收模型信息转化出的钢筋尺寸文件，实现钢筋加工自动化。

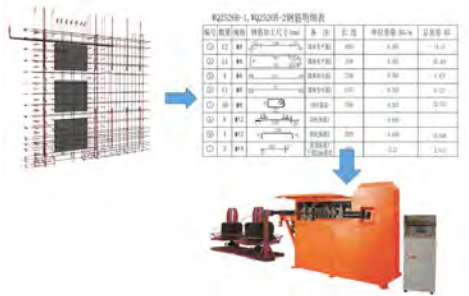


图8构件厂加工接受

6. 深化流程的优化与对比：
BIM模式的深化设计与传统CAD模式相比，算量

时间大大减少，同时减少了依靠人脑进行空间想象的错误。

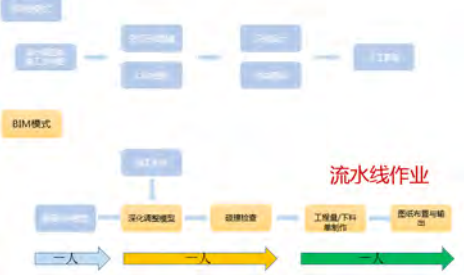


图9流程模式对比

图中下半部分是一个BIM工程师深化设计的过程。我们将这种模式流水线化，一个人搭建模型，一个人做深化调整和碰撞，一个人工程量下料单制作和布置图纸与输出。

流水线的好处显而易见，每一个人只专注处理某一个阶段的工作，大大提高工作效率及产量，间接地提高了BIM的普及率，基于BIM做深化设计出图不需要员工精通Autodesk Revit。比如其中一人需在Autodesk Revit上搭积木式建模或者布置图纸做标注，培训两小时便可胜任。不仅提高了生产力，也解放了生产力。生产效率提升了4倍，与此同时，因为有了碰撞检查、基于模型的工程量统计，图纸的准确性远远高出了手工深化设计出图。

构件管理

从预制构件生产开始，我们借助精益建造平台基于物联网和互联网将RFID技术、BIM模型、构件管理整合在一起实现信息化、可视化构件管理。



图10构件管理流程图

在精益建造平台中，我们着力对构件的全生命周期进行管理。在构件的生产阶段，我们就通过图中的手持设备将构件的信息，从浇筑、质检、入库、出库这几个阶段扫码录入平台信

BIM对建筑行业的发展起到正面作用，前景广阔，意义深远。无论在设计、施工、还是运维，它将给业界带来新的机遇和挑战。

—李浩
项目经理
长阳天地

息库。例如在构件生产时，操作人员在手持设备上，将构件的产品类型、规格编号等信息填好，在扫描构件中的芯片ID，通过网络上传到平台，管理人员登陆平台后，就可以在浇筑管理的界面中查看构件的各种信息。同样，在质检环节中，操作人员将检查出的问题（如构件边缘有毛刺、构件有裂缝等）通过手持设备传递到平台，供管理人员查看管理。之后构件在入库、出库等环节也遵循同样的操作模式，构件的全部生产信息就可以在平台上查看。



图11手持设备界面

基于此RFID技术，管理人员可以像网购一样，实时查询构件的物流状态，为构件管理、进度安排做好准备。同时 每个构件的ID还同BIM模型对应构件的全局ID绑定，把BIM中的I即information 信息补充完善。

施工过程中，操作人员将构件的 库存状态、吊装信息、安装情况、成品检验等情况录入并上传，通过平台数据查看。使施工管理人员对项目的整体进度安排有了精确地数据支持。

最终，基于构件的信息，形成包含整个生命周期信息的BIM模型成为了最终的竣工模型。

同样，业主方登录精益建造平台后，便可查看构建的运维状态，方便之后的运维检修。

这就是借助RFID技术、供应链、结合我们的建造平台管理，将数据化构件的整个生命周期信息，达到精细化管理的效果。

智能机器人放样

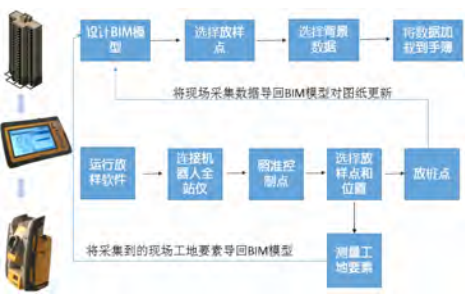


图12放样机器人流程

智能机器人放样在项目中的应用，大大简化了放样工作和放样时间，一个人一台设备便可代替了传统的几个人操作模式。将BIM模型导入到专用的手持平板设备里，点选放样点进行放样，机器便自动用激光将放样点打出，与此同时机器还可以将现场放样信息返回到模型里，供管理人员进行校核。

可视化的广泛应用

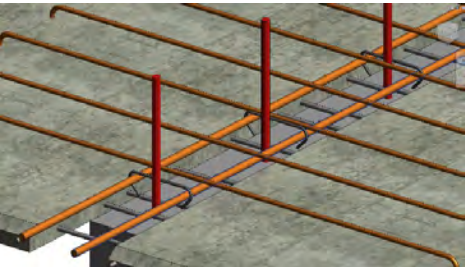


图13连梁钢筋节点

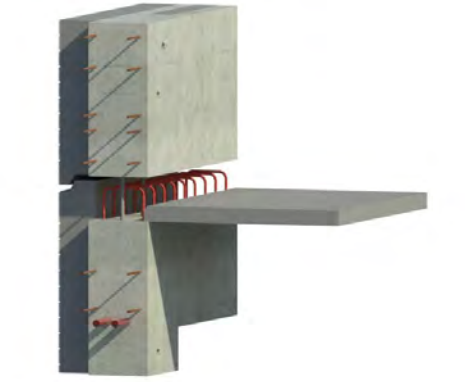


图14上下墙拼接节点

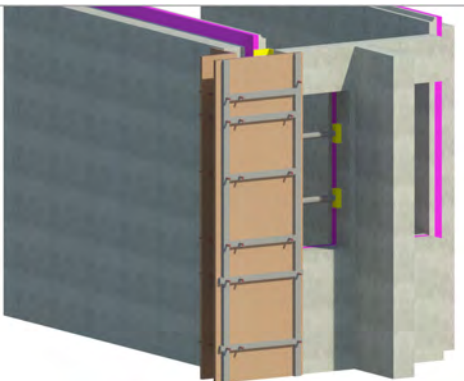


图15模版工艺探讨

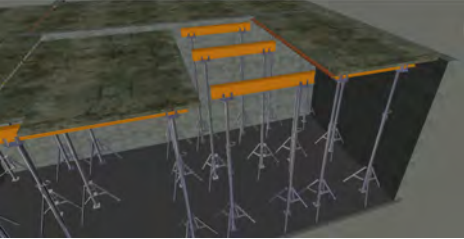


图16独立支撑布置

在项目进行中，积累了相当多的族模型，使我们再进行方案研讨、工艺模拟时很方便搭建好模型进行讨论。图中是对钢筋排布、独立支撑布置、模板支设的方案讨论的模型截图。基于BIM模型在施工过程中，进行节点做法推敲、针对具体问题，反馈设计，进行工艺模拟等。

总结与体会

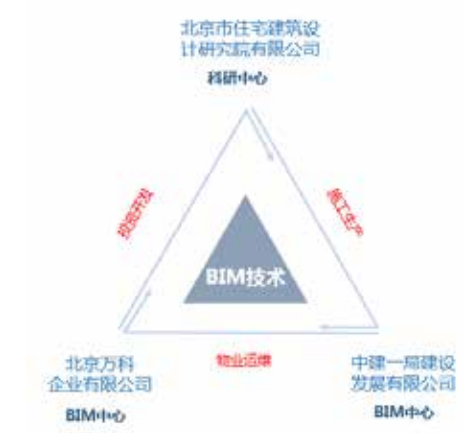


图17三方合作图

本项目在一开始业主、设计、施工三家单位就针对BIM制定了一套标准，确保了在整个建筑生命周期中模型数据得以最大限度的流通，同时协同工作不仅仅是设计上的各专业间的协同，更是三方单位之间的沟通协同、管理协同。各家单位在BIM技术上的认真对待，进行

节点法项目管理与BIM相结合，在项目中取得了实质效益。我们应该正确认识应用BIM的目的、方法、效益，把握实施BIM的模式、技术、路径，共同努力实现项目管理目标。

—李拓
BIM经理
长阳天地

深度开发，促使了BIM技术在项目过程中大放异彩。

总的来说，BIM不仅仅是一种技术，更是一种思维方式。

只有突破传统思维的束缚，与时俱进、善于创新，才能使新科技 新技术更好的服务项目、创造效益。

公司名称
中铁建工集团有限公司

项目地址
中国，兰州

应用软件
Autodesk® Revit® Architecture
Autodesk® Revit® Structure
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® AutoCAD®
Autodesk® 3ds Max®

极大地节约了方案的讨论时间。通过三维模型进行优化，参会者可以非常清晰、准确的表述个人的意见，相互理解对方的想法；通过模型的演示，检验意见的实际效果。完全解决了沟通障碍，高效的形成优化方案。避免了人为主观的判断的偏差与错误。

—严晗
总工程师
中铁建工集团有限公司西北分公司

兰州中心 城市中心

——兰州中心项目中的BIM技术应用



图1 兰州中心效果图

中铁建工集团有限公司是世界500强企业——中国中铁股份有限公司的全资子公司。具有国家房屋建筑施工总承包特级资质，铁路工程、市政公用工程、机电安装工程、地基与基础工程、建筑装修装饰工程、钢结构工程、起重设备安装工程等多项一级总承包资质并拥有对外经营权。先后获得国家和省部级工程奖项151项，先后荣获31项国优、鲁班奖。两次荣获“创鲁班奖工程特别荣誉奖”，并获得“全国优秀企业管理奖”、“全国优秀施工企业”、“中国企业文化建设先进单位”、“全国五一劳动奖状”等荣誉。承建的北京南站、国家图书馆二期工程当选“北京当代十大建筑”；其中北京南站工程荣获英国皇家建筑师协会

（RIBA）2009国际年奖。国家图书馆、苏州科技文化艺术中心、北京站、南京站、新建铁路北京至天津城际轨道交通工程（京津城际铁路）、大秦铁路及扩能工程、新建青藏铁路格尔木至拉萨段等7项工程入选新中国“百项经典建设工程”。

中铁建工集团有限公司是世界500强企业——中国中铁股份有限公司的全资子公司。具有国家房屋建筑施工总承包特级资质，铁路工程、市政公用工程、机电安装工程、地基与基础工程、建筑装修装饰工程、钢结构工程、起重设备安装工程等多项一级总承包资质并拥有对外经营权。

项目概况

兰州国际商贸中心（以下简称兰州中心），位于甘肃省兰州市七里河区西站商圈内，是集零售、餐饮、酒店、娱乐、金融、商务、住宅、文化休闲等综合为一体的大型建筑。项目占地面积约111亩，总建筑面积:604215.63㎡，其中地上建筑面积429796.37㎡，地下建筑面积174419.26㎡，主要由裙房及三栋超高层兰州中心(180m)、兰州希尔顿酒店(140.15m)、兰州Soho(144.15m)组成。建成后将是兰州规模最大、档次最高、业态最全、生态环境优、功能配套齐全的国际一流城市综合体。

项目难点

兰州中心项目总建筑面积超过60.4万平米，为兰州市最大的综合体工程，但施工场地小，场地布置难度大，交叉作业范围大，钢结构、高支模、超高层、大体量综合，机电管线排布复杂，施工图纸变更频繁，工程量核算复杂等。

解决方案

兰州中心项目中，由施工总包建立BIM模型，并将模型与现场实际相结合。BIM应用主要包括：图纸会审、场地布置、施工模拟、方案优化、技术交底、动态漫游、算量和碰撞检查、综合支吊架设计等。

图纸会审BIM技术应用

通过设计院提供的二维CAD图纸翻建三维BIM模型，在建模过程中发现同一轴网上下层不一致、地下部分与地上部分柱子错位、梁上起墩、主次梁交接不合理、图纸标注错误、楼梯与结构梁净空不足、坡道净空不足、型钢深化不合理等问题；

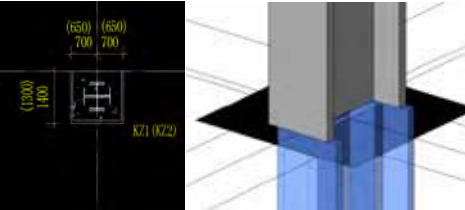


图2 上下层钢柱错位（平面、三维模型）

施工场地布置BIM技术应用

a、由于施工场地非常有限、体量太大，现场群塔作业繁忙，为了避免出现施工安全事故，建立BIM信息模型，对群塔之间高低差、覆盖范围进行直观、预先模拟运行分析，从而更加合理布置，安全有效运行；

b、对现场未施工区域拟建造民工生活区，由于此部位结构形式复杂，普通二维图纸不能直观体现出结构之间的关系。通过建立BIM模型，找出布置板房的合理位置，发现洞井，提前做好安全防护，合理规划现场通道。

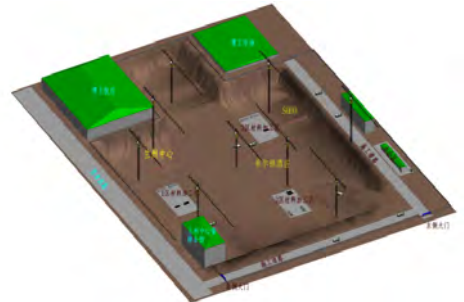


图3现场三维平面施工布置



图4生活区与施工现场合理布置

施工模拟BIM技术应用

a、型钢结构与混凝土结构施工工艺模拟

本工程有型钢混凝土组合结构、钢筋混凝土结构、型钢与钢筋混凝土交叉施。为了使施工作业人员明确施工流程及次序，保证施工精度，建立型钢、钢筋参数模型，现场对各个复杂施工区域进行三维交底。保证施工质量及进度。

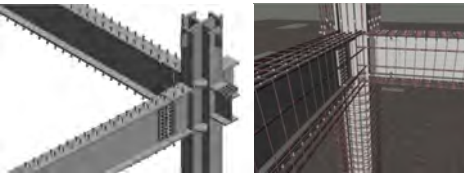


图5型钢与钢筋混凝土模型

b、高支模施工节点工艺模拟

本工程高支模部分超过9处，为使高支模施工能够安全有效进行，预先进行三维架体排布、确定安全网铺设位置、混凝土分层浇筑高度、剪刀撑位置及间距、梁柱节点加固方式、顶托自由端超长部位进行调整，最后制作成施工模拟动画对现场作业人员进行模拟交底，明确注意事项。

节约了工人交底的时间，效果成倍提升。一线施工操作工人，文化程度、理解力、施工经验良莠不齐，通过形象的三维图纸结合平面图、剖面图使得工人能够容易理解设计意图，不需要过多的理解过程，节约了时间、提高了效率。

—王晓刚
兰州国际贸易中心项目总工程师
中铁建工集团有限公司

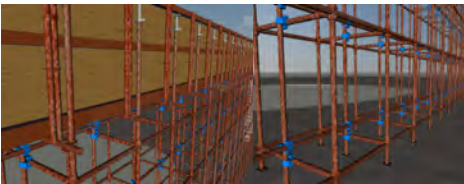


图6高支模架体参数模型

c、施工模拟

通过超前模拟施工，对爬架顶升、塔吊附墙、人货电梯附墙位置及时间进行分析，确定合理的时间及位置，保障施工进度。

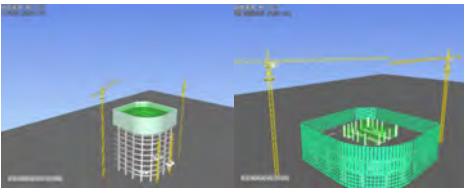


图7兰州中心塔楼施工模拟

d、施工进度控制及分析

通过进度模型分析，综合考虑施工流水段施工，确定优先施工区域。根据对模型进度控制明确施工产值；使得形象进度更加可视化、直观化。

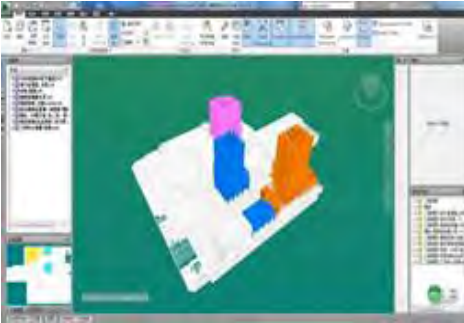


图8现场整体进度三维模型

方案优化、技术交底BIM技术应用

通过模型直观可视性对复杂节点的工序排布、施工难点作以优化并进行三维交底。

a、兰州中心海底世界

兰州中心海底世界标高、预留孔洞、异形构造、混凝土标号均较多，通过建立BIM模型，发现建筑与结构之间的问题，确定异形构造的支模方案及混凝土浇筑方案，通过设置不同标号混凝土颜色方案，更加清晰不同标号混凝土浇筑位置。

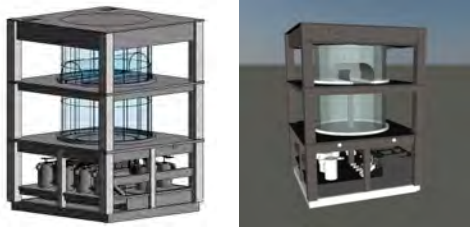


图9海底世界结构与建筑模型

b、消防水池与旋转汽车坡道相结合

希尔顿酒店消防水池结构形式较复杂，为保证混凝土连续浇筑不产生施工冷缝、跑模涨模等不良后果；利用BIM模型对支模体系、混凝土浇筑面内外标高控制、放坡比例、施工次序等进行逐一分析，并利用三维施工模拟进行交底，从而保证施工质量。

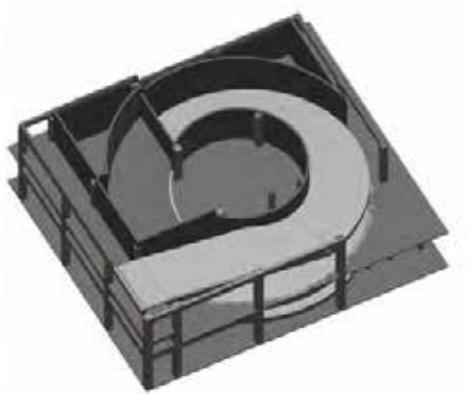


图10消防水池与汽车坡道三维模型（三维交底）

c、方案优化、泵管布置

由于施工现场狭窄，可泵送点选择有限，综合考虑塔吊、场内交通、生活区环境等因素、确定合理的泵送点，明确泵管加固方式及附墙位置。确定裙房泵管分流位置，节约泵管，降低成本。



图11施工现场泵送布置

d、BIM二次砌筑样板

通过建立BIM模型，对标准层进行BIM样板砌筑，明确构造柱位置。改变以往CAD排砖，利用三维模型排砖更加真实、可视化。

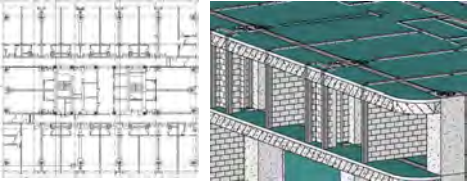


图12 BIM砌筑样板层

e、塔楼幕墙、裙房网架优化

建立塔楼外幕墙BIM模型，发现幕墙预埋位置偏差，对幕墙效果进行可视化分析。优化最佳效果；本工程裙房网架全为变截面不等高异形，二维图纸指导施工困难较大，且容易出错。通过分析体量建立模型，明确网架结构形式，更加直观地指导施工，且做到了对网架材料的精确算量。

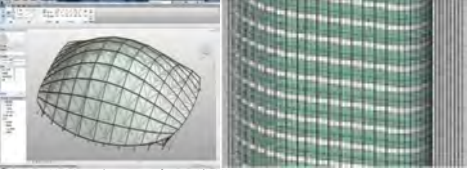


图13 幕墙、裙房网架三维模型

f、现场施工安全管理（三维技术交底）

针对现场安全防护进行BIM三维交底、做到规范化、标准化、可视化施工，使得现场作业人员更加明确，管理人员交底变的更加简单。

通过近一年在本项目中的不断摸索与实践，在施工模拟、复杂机电分析、图纸会审、方案优化、技术交底等方面的应用，BIM技术让我们获得了很大的启示，让复杂事物从繁至简，实现了施工部署的超前性、指导施工的实用性。最终实现项目的全面效益。

—王晓刚
兰州国际贸易中心项目总工程师
中铁建工集团有限公司

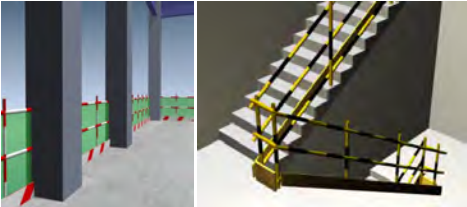


图14 安全防护三维模型

动态漫游BIM技术应用

通过在模型中进行动态漫游，充分了解建筑结构及机电间的关系，及时发现其中不合理项，提早做出改进，减少后期人材机浪费。

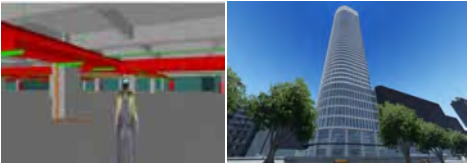


图15 室内外动态漫游

工程量统计分析BIM技术应用

a、提取各构件信息、便于物资提料、有效控制现场材料使用情况。

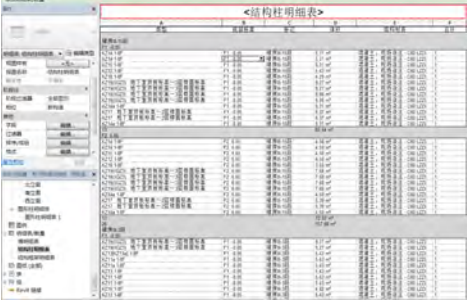


图16 工程材料明细表

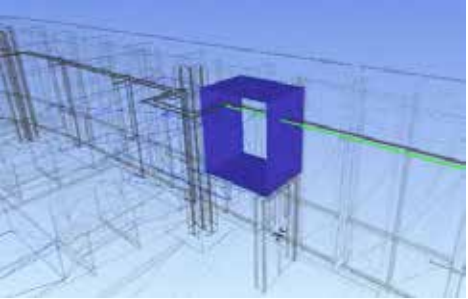
b、在BIM模型中快速对现场各段各层各标号的混凝土方量、模板面积、钢筋用量及水电管线数量进行输出，配合成本完成三算



图17 机电构件明细表

碰撞检查BIM技术应用

a、通过模型整合后的碰撞检查，及时发现并优化后期可能遇到的管线结构间问题，减少人材机的浪费。



采暖管道与通风管道冲突

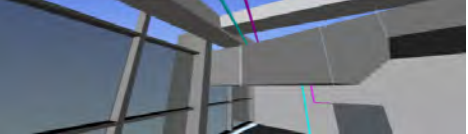


图18碰撞检查

b、方案优化、管线线路优化设计

避免层原设计采暖管道如按设计走向，经三维排管后发现，导致走廊层高安装完成只有1.5米层高，为了满足功能要求，需对管线进行优化排布。

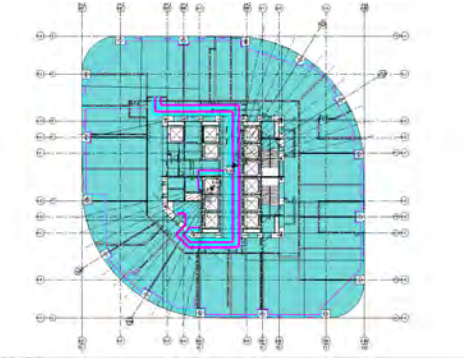


图19 优化设计-原设计管道线路无法满足净空要求

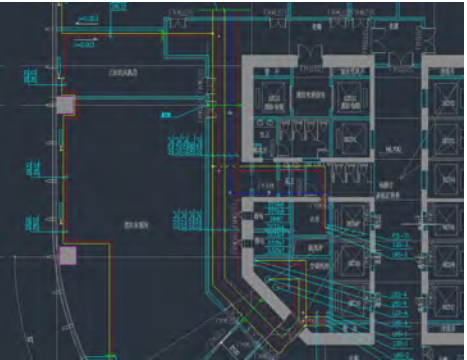


图20 优化设计-调整后的管线布置（满足要求）

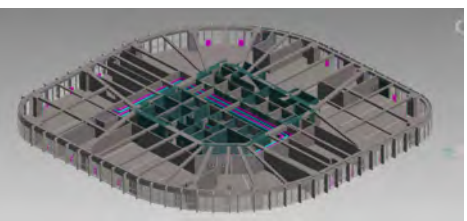


图21 优化设计-调整后的管线三维布置图

c、综合支吊架设计应用

通过模型直观可视性对复杂节点的工序排布、施工难点作以优化，按照三维图纸对支吊架数量及形式进行统计，形成二维可视化加工图，按照支吊架型号及编号批量进行加工，施工现场按照编号进行安装。

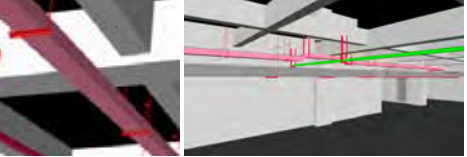


图22 综合支吊架设计

减少了所需技工人数，降低施工成本。通过应用BIM技术，复杂工序通俗易懂，操作更为便捷，拉近了普工和技术工人的差距，无形中降低了施工成本。

—康小军
兰州国际商贸中心项目BIM工程师
中铁建工集团有限公司

d、机房及设备安装管道排布

通过对复杂机房管道进行排列，发现碰撞问题提前解决，，将问题消化在工程前期，节约工期。

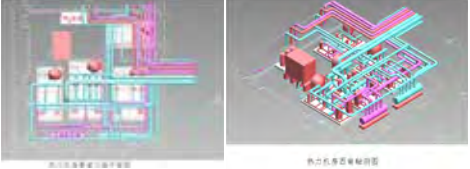


图23 消防泵房三维管线排布

总结

通过运用BIM技术，在模型的应用过程中针对施工中的重点、难点、风险点进行施工模拟，寻找到更加合理的施工解决方案。强大的工程量统计功能为施工生产及工程算量提供了更加可靠、准确的信息。在对照设计二维图纸建立三维模型的过程中发现图纸问题，及早纠错优化。对施工现场机械位置场地道路、材料堆码进行三维对比优化设计，减少现场的二次搬运以降低成本。通过将土建模型与机电模型结合，进行碰撞检查、施工漫游，在施工未进行时优化管线排布。

公司名称
中信建筑设计研究总院有限公司

项目地址
中国，武汉

应用软件
Autodesk® Revit® Architecture
Autodesk® Revit® Structure
Autodesk® Revit® MEP
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® Ecotect®
Autodesk® Inventor®
AutoCAD® Civil 3D®
Autodesk® 3ds Max® Design
Autodesk® Design Review
Autodesk® BIM 360™
Autodesk® Showcase®
Autodesk® InfraWorks
Autodesk® Simulation CFD

BIM应用最佳的切入点是通过项目的实际应用，在应用过程中掌握和熟悉BIM，培养自己的BIM团队，建立适合企业的BIM管理体系。

—叶炜
副总建筑师
中信建筑设计研究总院有限公司

中信建筑设计院光谷国际网球中心项目中的BIM应用

借力BIM让江城掀起网球旋风



图1 光谷国际网球中心室外透视图

中信建筑设计研究总院有限公司（原武汉市建筑设计院，以下简称“中信设计”）创建于1952年10月1日，是新中国建国之初诞生的大型国营设计机构之一，是持有甲级建筑工程设计证书、甲级城乡规划编制证书、甲级市政行业（道路工程、桥梁工程、隧道工程）证书、甲级建筑专业工程咨询证书的大型综合性建筑设计院，是一类房屋建筑工程施工图设计文件审查机构，是商务部认定的“骨干企业”之一。20世纪80年代，成为全国建设系统设计体制改革试点单位和全面质量管理（TQC）试点单位；1992年进入由建设部和国家统计局评定的“中国勘察设计单位综合实力百强”；1994年成为中国首家实现工程设计手段电脑化的设计单位；2000年通过ISO9001质量体系认证；2002年加入中国中信集团公司；2011年，被授予“高新技术企业”和全国建筑设计行业诚信单位；2012年，跻身当代中国建筑设计百家名院。

项目概况

2012年12月15日，国际女子职业网联（WTA）已确定“世界女子职业网球赛WTA超五巡回赛”落户武汉。武汉将于2014年起承办该项赛

事，为期15年，光谷国际网球中心将是WTA超五巡回赛的主赛场。项目具有很大的地区影响力，预计投资27亿元，总面积达7万平方米。该设计充分体现武汉当地城市风貌与WTA网球文化，与当地文化、环境、气候、地貌相和谐，达到国际领先水平。以WTA赛事为依托，打造武汉国际新形象，配备国内领先、国际一流网球设备，打造和李娜一样响亮的城市名片，建成集市民休闲娱乐，城市旅游观光的地标建筑。

光谷网球中心形似飞速旋转的网球又如体育圣坛上耀眼生辉的桂冠。我们希望方案以“旋风球场”之名成为网球健儿扬名四海的圣地，为中国体育事业提供高端平台。建筑单体外表皮以旋转提升的竖向杆件构筑出整个建筑向上飞扬的整体动势。意象，造型，结构的完美统一创造出前所未有的视觉及空间体验。网球场外墙由多层次幕墙系统构成。几十根倾斜旋转的立柱既形成“旋风”的造型意象，又充当外幕墙结构的主支架。形成富有张力的空间效果；幕墙内层如鳞片状的遮阳百叶，随外墙倾斜角度的不同呈现不同的倾斜方向，在遮挡直射阳

光的同时，也在室内形成光影斑斓的震撼效果。如同装点“皇冠”动人心扉的宝石。

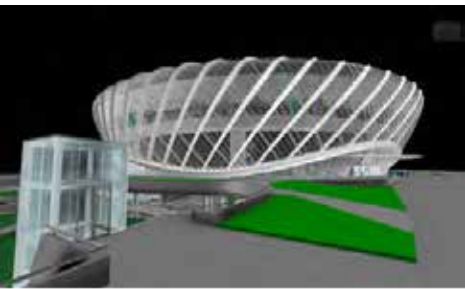
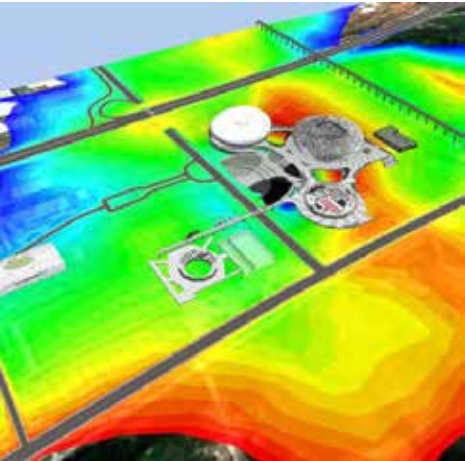
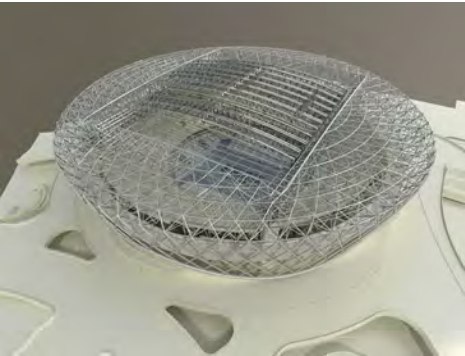
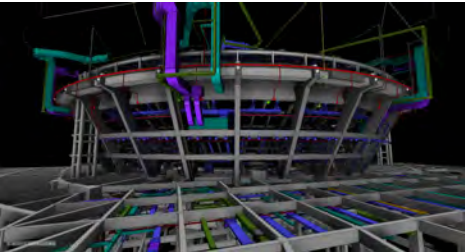


图2 光谷国际网球中心BIM模型可视化图片

项目难点



图3 光谷国际网球中心BIM模型剖视图

- 建设内容复杂，建设工期紧张；
- 项目规模宏大，协调专业众多；
- 建筑造型异型，技术难度巨大；
- 设计深度全面，设计周期较短；

在中国经济快速发展，居民收入不断提高，居民生活水平稳步提升，居民生活娱乐消费升级的宏观背景下，体育产业迎来了“全民体育”时代。作为体育产业发展重心的体育场馆业也顺势得以快速发展，并普遍被认为是发展潜力巨大的朝阳产业。同时，结合城市的规划与发展，大型场馆建设的同时更充分地考虑赛后利用，更加注重突出民族文化特色与高科技产品的应用，我国体育场馆业正快步朝着产业化的方向发展。

鉴于光谷国际网球中心项目的复杂性和重要性，中信设计仔细分析了该项目的特点。光谷国际网球中心项目作为WTA超五巡回赛的主赛场可容纳15000人，建筑体量巨大，功能复杂，对建筑性能有非常高的要求；其次建筑造型新颖异形，全三维双曲面复杂建筑造型，网架结构跨度巨大，具有可开启屋盖网架，设计难度和施工难度巨大；再次由于体育场馆建筑的特殊性，工程设计不仅仅涵盖了普通民用建筑的所有专业，还要与体育工艺、建筑设备、室内景观等多专业衔接协同配合；经过分析总结，决定采用BIM技术进行设计，以解决传统二维设计制图过程中的三维信息无法清晰表达、结构图纸难以与建筑及安装图纸对接等问题，实现各专业无缝对接，在设计过程中及时发现问题，从而提高整个设计的效率和品质。

“通过研究以后，我认为BIM必须要跟工程实际发生连接，也就是说我们的BIM小组必须要在工程中做BIM，而不是说我们组织队伍去了

欧特克举办的“创新杯”BIM应用设计大赛是一个契机，希望通过这个大赛让我们看到在工程建设中如何更好地发挥BIM的价值。因为在工程建设中，哪怕一点点价值，其实都是很大的价值。减少了一个疏漏，都等于省下了很大的一笔钱。

—叶炜
副总建筑师
中信建筑设计研究总院有限公司

解BIM的宣传片或者是宣传材料，我是具体做设计的，是一线的设计人员，工程压力是很大的，而BIM又是一个好的思想，它可以解决工程中存在的由来已久的问题。”中信光谷国际网球中心项目BIM负责人叶炜在介绍项目时提及。



图4 中信光谷国际网球中心项目BIM负责人叶炜

体育建筑本身是复杂的庞大系统，设计受项目投资预算、建筑运行效率、流线和施工定位等诸多限制，传统设计手法很难高效协调设计条件。一旦形体构造具有一定的复杂性，这一任务变得几乎不可能完成。而在欧特克的产品体系下面，这些天马行空的想象都不再是问题，通过BIM可以很容易去解决设计中的异形，建筑结构的外形、内宽、建筑结构的协调也可以获得很好的解答。“我们工程设计离不开欧特克，它的解决方案会非常的灵活。”中信光谷国际网球中心项目BIM负责人叶炜总结到。

BIM在建筑设计中的应用成果



图5 光谷国际网球中心BIM模型展示

光谷国际网球中心项目的BIM应用是集建模、检测、计算、模拟、数据集成等工作为一体的三维建筑信息管理工程，这项工作覆盖了工程的设计、深化设计、制造、施工管理乃至后期运营管理的建筑全生命周期。

特点1：BIM技术的广泛运用

从建筑、结构、机电到幕墙、装修、屋面、标识专项设计，BIM都发挥着重要的作用。

特点2：BIM协同设计取得丰硕成果

协同平台实现了从项目创建到模型建立、模型分析、模型优化、模型出图、图纸审核归档的全过程。搭建BIM协同设计平台，实现了各方异地BIM协同工作。

特点3：BIM性能分析

通过性能分析提升设计品质，解决实际问题。建筑、结构、机电专业基于BIM模型进行性能化分析，并利用分析结果指导设计，在节能舒适水平等方面比常规设计有着巨大的提升。

BIM应用流程概述

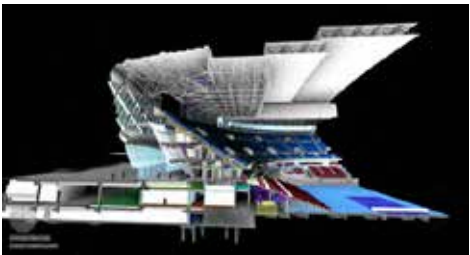


图6 全专业BIM模型剖视图

光谷国际网球中心项目BIM设计的特点在于对建筑进行全专业、全过程的BIM设计，其中全过程有两个方面：首先是项目过程中团队合作的全过程；其次是项目从方案设计到施工图设计及未来运营的全过程。

在方案设计阶段总图专业采用了AutoCAD Civil 3D进行地形设计，从Google Earth中导出地形，利用其强大的地形处理功能进行三维设计及仿真处理，对场地高度进行模拟分析。在方案设计论证阶段充分利用Autodesk InfraWorks (AIW) 三维集管理、实时虚拟城市的能力，对项目的规划布局决策提供数据及快速可视化支持。在建筑内部设计中，采用可视化工具虚拟现实软件进行逼真演示，不同设计方案的虚拟现实展示供业主快速决策。设计人员在三维场景中任意漫游，人机交互，这样很多不易察觉的设计缺陷就能够轻易地被发现，减少由于事先规划不周全而造成的无可挽回的损失与遗憾，大大提高了项目的评估质量，实现建筑设计与场地道路设计模型化。

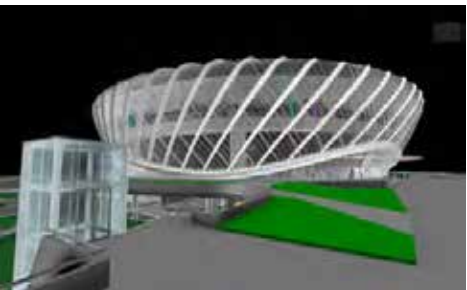


图7 方案阶段AIM规划模型及虚拟现实漫游展示

运用非线性设计方法根据设计概念通过涉及特定的算法程序将各种设计条件综合起来生成一个可控制得三维计算模型，然后将限制条件抽象成参数，通过调整参数化模型，动态查看参数的变化，同时通过参数控制，追踪形态与多个条件间的关系，最终达到最优的设计结果。

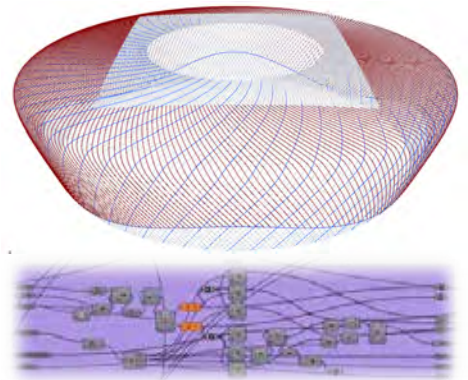
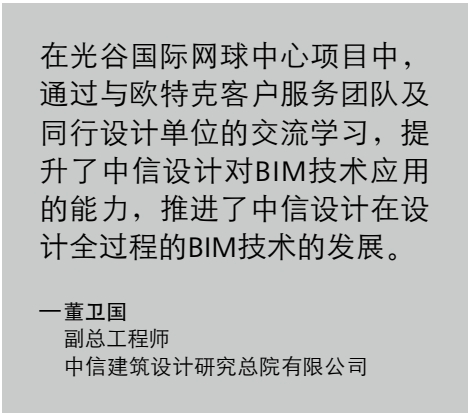


图8 方案阶段参数化设计过程

施工图阶段利用方案阶段的基础BIM模型，把方案阶段其他平台建立的信息转入Autodesk Revit的基础平台中整合处理，在模型中进行设计，并解决专业协调、精细化设计、性能化分析、施工图三维校审、施工图出图、各专业图形算量以及图纸三维交底等。

BIM的协同设计实践

中信设计结合国内标准与以往BIM设计的实际经验以及本项目实际情况等各项因素，建立了一套完整的、标准的BIM协同设计体系，以保证多专业、多软件平台之间的顺利配合，对开展BIM设计工作进行统一指导。项目中以建立起自身的BIM平台。它以Autodesk Revit(Architecture/Structure/MEP)为基础平台，其他十几个软件为辅助建模软件，同时配合Autodesk Ecotect、Autodesk Navisworks等分析软件，最终形成一个完整综合的BIM平台。并通过实践验证，证明了其合理性，对未来的设计具有极强的借鉴和指导意义。

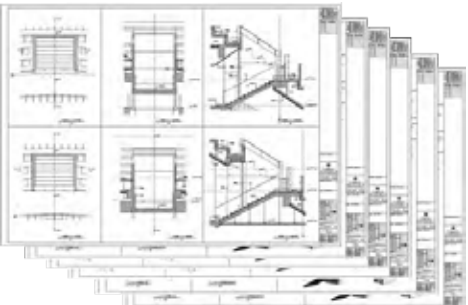
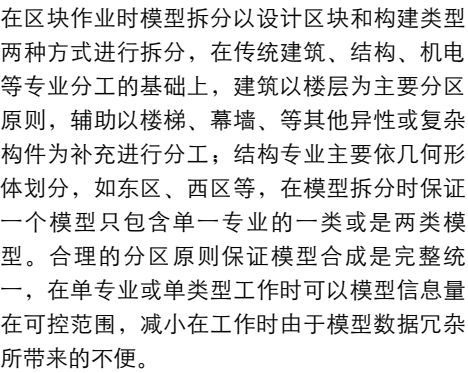
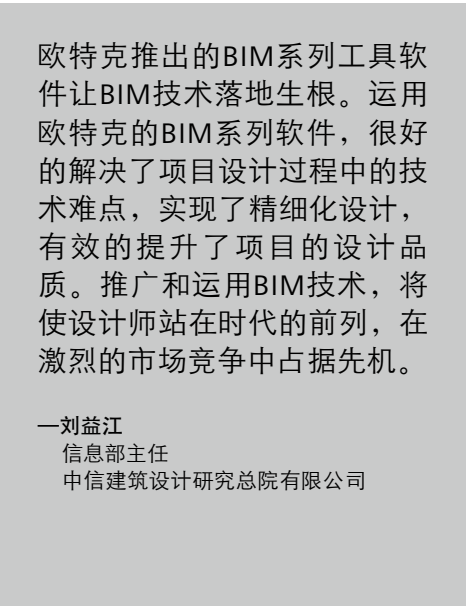


图9 利用Autodesk Revit完成施工图

光谷国际网球中心是一个设计总包项目，除了设计的建筑土建安装以外，还有它的装饰、装修、幕墙、可开启屋面、标识、灯光、景观、体育工艺、预制安装、坐席布置等等全部是由中信的负责设计，范畴比较宽广。在应用BIM

的方面，却可以惊喜的看到这样一个现象：管理越多的项目，BIM效用发挥的越好。可以说，总包项目的BIM价值比较大。因为体育建筑本身与一般的民用建筑有比较大的不同，它涉及专业特别多：不仅仅涵盖了普通民用建筑的所有专业，还要与体育工艺、建筑设备、开启屋面、复杂幕墙等多专业衔接协同配合，是一个专业协同的量非常大的项目。这些种种制约也促使光谷国际网球中心形成了一大亮点——那就是BIM的模型完成度非常之高。



图10 复杂空间设计优化

中信设计在光谷国际网球中心项目中以“模型即等于图纸”为标准，“模型直接出施工图”为途径，达到了建筑专业模型出图率100%，结构专业出图率90%，设备专业出图绿75%的目标。视图通过模型剖切直接生成二维图纸和三维图纸，透视图、详图大样可以根据模型的修改实时更新，对于模型的修改都是通过三维方式来完成的，以保持模型的完整性。基于BIM模型的建筑结构模型协调比传统二维模式更加紧密，特别是对于异形建筑来说，更加直观可靠，在这个有利的基础上，建筑专业可以根据结构的布置更好的考虑空间布局，结构专业可以根据建筑的布局更清晰的模拟荷载，通过模型媒介，极大的加强了两个专业的互动性。而机电专业通过选取建筑与结构部分模型作为参照，进行协调设计，实现专业间及时准确信息传递的目的，再辅以可视化工具，及时发现并解决问题。

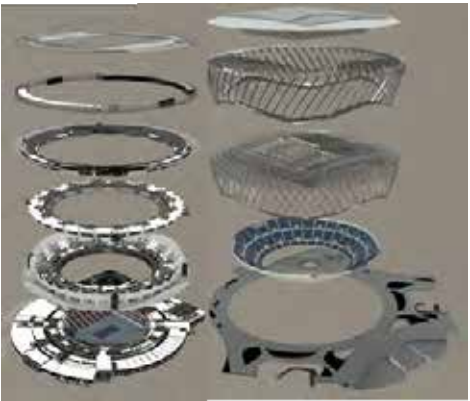
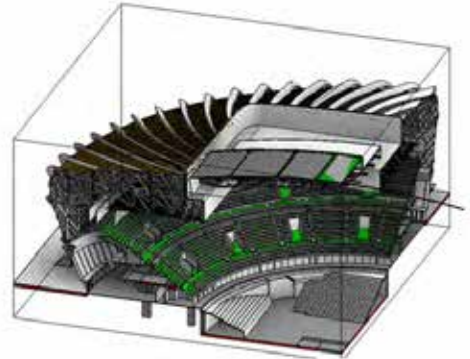
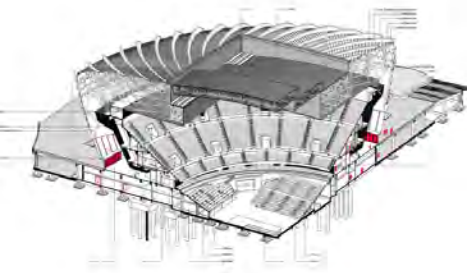


图11 设计过程三维可视化

碰撞检查在设计过程中是非常重要的一个环节。BIM技术则通过软件对综合管线进行碰撞检查，利用Autodesk Revit系列软件进行三维管线建模，快速查找模型中的所有撞点，并出具碰撞检查报告。Autodesk Navisworks实现的管线碰撞检查，较好地解决传统二维设计下无法避免的错、漏、碰、撞等现象。根据结果，对管线进行调整，从而满足设计施工规范、体现设计意图、符合业主要求、维护检修空间的要求，使得最终模型显示为零碰撞。

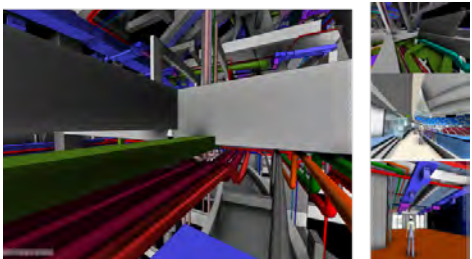
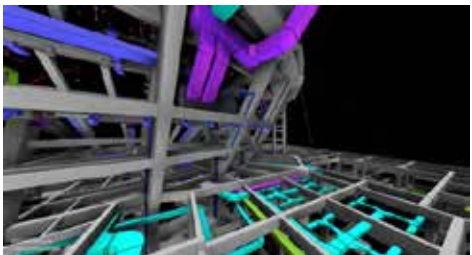
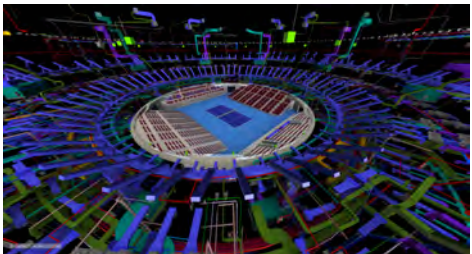
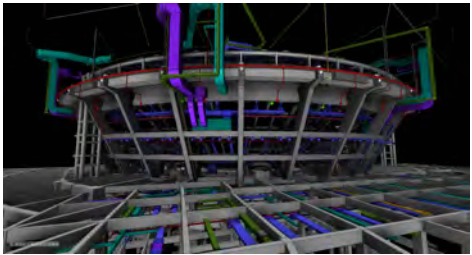


图12设计过程中的管线模型

光谷国际网球中心BIM设计平台贯穿整个设计环节，包含了从规划设计、方案设计、施工图设计、MEP、到绿色建筑、日照节能等多方面。工作成果将根据项目的不同阶段和不同深度，从建筑信息模型中分别提取。同时，BIM的应用还将延伸至建造阶段甚至使用阶段，在施工、造价、运营维护等方面综合运用。

基于BIM的性能化分析

光谷国际网球中心项目的实施过程中，对概念设计模型实施绿色节能分析，在Revit中设置好

地理信息和各种能源选项后，在Green Building Studio进行估算。通过BIM系统的信息整合优势，针对武汉光谷全年气候数据的归纳分析和可视化解读，可以获知项目环境对建筑设计而言的大量有价值的信息。

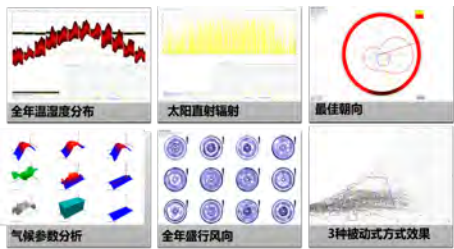


图13 能耗分析和太阳辐射模拟

光谷国际网球中心项目具有可开启屋盖网架。可开启屋面设计的初衷为提高场馆赛后利用率，在进行网球赛事以外，可以进行内场改造，满足篮球、羽毛球、乒乓球、艺术体操等专项赛事要求。但由于可开启范围的限制，屋面仓阴影有投影到比赛场地的可能性，因此需要确定合理的开启范围，保证网球赛场在赛时不受阴影影响。如果依靠传统的设计手段，工程师们会通过经验来解决这些问题。

那么如今在BIM时代，如何在数据上，通过计算来解决这些问题呢？中信通过一些分析软件和本身的BIM模型做出模拟，可以提前预知很多问题。在设计中进行了基于BIM模型的日照仿真模拟，精确的计算大大提高了设计的可靠性与确定性。通过BIM模型进行日照仿真模拟，计算出比赛日期内太阳光线对场地投影的情况，调整检验设计。保证活动屋盖在开启状态下，场地不受遮阳雨棚的影响。在设计时做出一些调整，并通过不同方案的比较，最后选择一个更优的方案，这样就提前解决了项目中已存在的问题。中信设计利用Autodesk Revit的强大施工图设计功能，做到了替代CAD出二维施工图。再利用Autodesk Revit自带的计算功能，边设计边计算，发现问题随时更正，确保设计的准确性，提高设计速度。

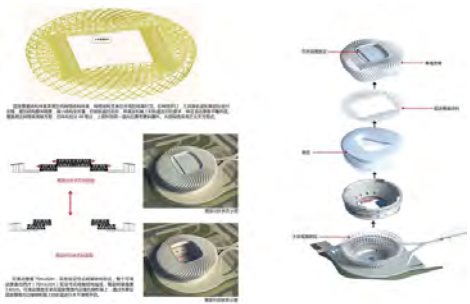


图14基于BIM模型的场地投影分析



图15 基于BIM模型的日照仿真模拟

BIM应用总结



图16 项目整体鸟瞰图

中信建筑设计研究总院有限公司在光谷国际网球中心项目中实现了从方案创作到施工管理、后期运营的全生命周期BIM应用，采用BIM技术并完成设计出图，搭建了BIM协调设计工作平台及完善了BIM设计手册，培养了一批BIM工程师。通过与欧特克客户服务部及兄弟设计单位的交流学习，提升了中信设计对BIM技术应用的能力，推进了中信设计在设计全过程的BIM技术的发展。

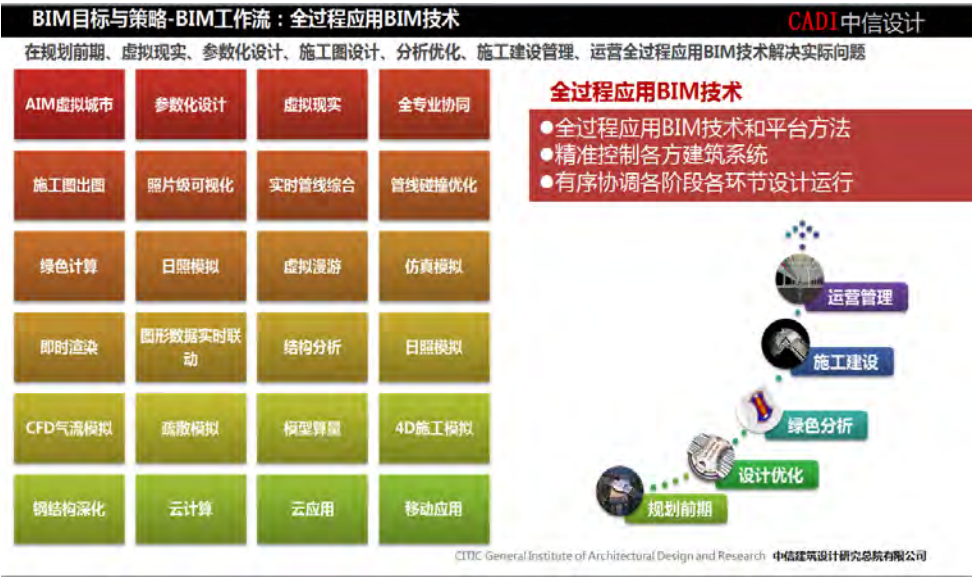


图17 项目BIM目标与策略—全过程应用BIM技术

光谷国际网球中心项目BIM模型包含的信息能满足参建各方的全生命周期需要，实现节能、节水、节地、节材和环境保护等绿色理念。基于BIM平台的整合设计，完成声学、光学、消防疏散、CFD空调模拟、室内设计、低碳设计等各专题设计任务，提升了设计水准。并通过虚拟现实及可视化专题研究，实现BIM技术对施工方、业主方、运营方的推广，降低技术门槛。总结较为成熟的BIM设计流程与方法，为推广BIM工程设计创造有利条件。同时通过研究BIM技术，推动企业管理升级，引导企业有效使用BIM技术。

可以说光谷国际网球中心项目中从策划、设计、建造，到管理、运营的BIM应用实现了真正意义上的“打通”，突破了概念层面，真正将项目从始至终全信息化、生命化。我们坚信，2014欧特克“创新杯”BIM应用设计大赛获奖项目光谷国际网球中心如同一颗飞速旋转的网球——由中信借助BIM的魔力之手，在江城掀起了一股网球旋风。

在光谷国际网球中心项目中，从策划、设计、建造，到管理、运营的BIM应用实现了真正意义上的“打通”，突破了概念层面，真正将项目从始至终的信息化、数字化。

—姜瀚
第五设计院总建筑师
中信建筑设计研究总院有限公司

 购买咨询: 400-080-9010

欧特克软件(中国)有限公司
100020
北京市朝阳区东大桥路9号
北京侨福芳草地大厦写字楼A栋9层
Tel: 86-10-8565 8800
Fax: 86-10-8565 8900

欧特克软件(中国)有限公司
上海分公司
200122
上海市浦东新区浦电路399号
Tel: 86-21-3865 3333
Fax: 86-21-6876 7363

欧特克软件(中国)有限公司
广州分公司
510613
广州市天河区河北路233号
中信广场办公楼7403室
Tel: 86-20-8393 6609
Fax: 86-20-3877 3200

欧特克软件(中国)有限公司
成都分公司
610021
成都市滨江东路9号
香格里拉中心办公楼1507-1508室
Tel: 86-28-8445 9800
Fax: 86-28-8620 3370

欧特克软件(中国)有限公司
武汉分公司
430015
武汉市江岸区建设大道700号
武汉香格里拉大饭店439室
Tel: 86-27-8732 2577
Fax: 86-27-8732 2891

欧特克中国研究院
200233
上海市古美路1515号19号楼21层
Tel: 86-21-5445 2525
Fax: 86-21-5445 2130



www.autodesk.com www.autodesk.com.cn

Autodesk和Autodesk标识是Autodesk公司和/或其子公司和/或附属公司在美国和其它国家(地区)的注册商标或商标。所有其它品牌名称、产品名称或者商标均属于各自所有者。Autodesk保留随时更改产品、服务、产品规格和定价的权利,恕不另行通知;同时对于此文档中可能出现的印刷或图形错误保留最终解释权。© 2015 Autodesk, Inc. 保留所有权利。