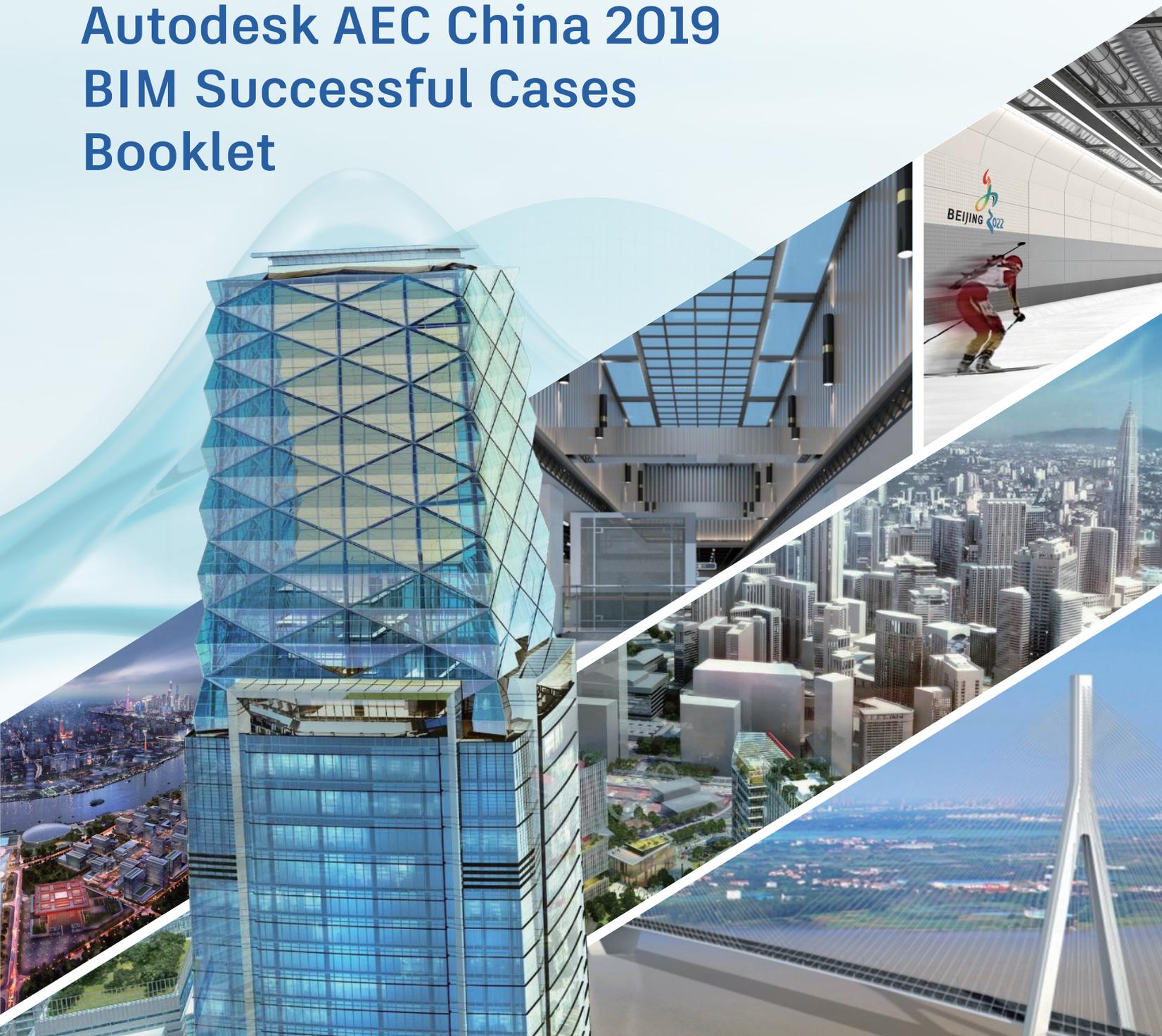


欧特克工程建设行业 成功案例 2019

Autodesk AEC China 2019 BIM Successful Cases Booklet



概览 Contents

建筑设计 Building Desgin



钻研创新 点石成金 - 深国际前海智
慧港先期项目 BIM 技术应用

6

广东省建筑设计研究院



北京 CBD 核心区远洋集团及汇
丰银行总部大厦 (Z6 TOWER)
项目中的 BIM 应用

10

北京市建筑设计研究院



基 隆 坡 Exchange 106 项 目
BIM 技术应用

28

中国建筑第八工程局有限公司



德仁广场商业综合体项目 BIM 技术
应用

14

马钢集团设计研究院
有限责任公司



张家口奥林匹克体育中心 BIM 设计
实践 - 以体育场设计为例

34

北京市建筑设计研究院有限公司



水墨长卷 中华印玺 - 上海博物馆
东馆新建工程设计阶段 BIM 应用

18

同济大学建筑设计研究院 (集团)
有限公司



泰康 (武汉) 同济医院项目 BIM 技术
应用 - 健康之家数字化设计建造之路

40

华东建筑设计研究院有限公司



开创 BIM 运维新篇章 - 同济设计院
集团大楼 BIM 运维管理应用

24

同济大学建筑设计研究院 (集团)
有限公司



携手同行 共创未来 - 云南巧家洗羊塘
一期 49.5MW 风电场

44

四川海鑫能电力设计有限公司



新开发银行总部大楼 BIM 技术应用

48

华东建筑设计研究院有限公司
华东建筑设计研究总院

基础设施 Infrastructure



临金高速临安至建德段工程
BIM 应用

54

浙江省交通规划设计研究院
有限公司



探索桥梁工程 BIM 正向设计之路
- BIM 技术在嘉鱼长江大桥中的
应用

68

湖北省交通规划设计院
股份有限公司



绘交通蓝图 铸工程丰碑 - BIM
技术在缅甸引航站项目中的运用

58

中交第四航务工程勘察设计院
有限公司



畅通城市西部交通 杭州绕城西
复线 - 杭州绕城西复线扩容段湖
州段 BIM 设计应用

72

浙江省交通规划设计研究院
有限公司



BIM 助力中国工程 创造更多有
益价值 - 云南省玉溪市大坝路综
合管廊项目 BIM 技术综合应用

64

中设设计集团股份有限公司



数字建造 转型升级 - BIM 技术在某滨海
核电厂海工工程中的应用

76

中交天津港湾工程设计院有限公司



建设大西安都市圈立体交通体系 - BIM 技术
在西韩城际等三条陕西城际项目中的应用

80

中铁第一勘察设计院集团有限公司

施工建设 Construction



BIM 助力“一带一路” - 中国
援布隆迪总统府装饰装修工程

86

湖南省第二工程有限公司



精益求精 打造全市精神文明
新乐园 - 株洲市第二工人文化
宫 BIM 技术应用

98

湖南建工集团有限公司



智慧雪道, BIM 先行 - 吉林北
山四季越野滑雪场 BIM 助力
改建施工工程

90

中国建筑第八工程局
有限公司



文化繁荣 底蕴深厚 - BIM
助力湖南省首个美术馆综合
体建设

104

湖南省第六工程有限公司



全装修 - 装配式保障房项目 BIM
技术深入思考, 上海浦江镇
S8-01 市属保障房项目 BIM 应用

94

华建集团华东都市建筑
设计研究总院



BIM+ 绿色建造 - 青岛歌尔
一期工程 BIM 技术应用

110

中建八局第一建设有限公司



BIM 助力打造数字化地铁站
- 上海轨道交通十七号线工程
全生命期 BIM 技术应用

114

上海市隧道工程轨道交通
设计研究院

建筑设计 Building Design

借助 BIM 实现更佳建筑设计，让 BIM 技术在整个设计过程中为建筑师提供支持。在该过程中提前获得更多有用见解，根据实际需求优化设计。BIM 软件能够帮助您以更高的效率交付更高质量的项目。



钻研创新 点石成金 - 深国际前海智慧港先期项目 BIM 技术应用

6 广东省建筑设计研究院



北京 CBD 核心区远洋集团及汇丰银行总部大厦 (Z6 TOWER) 项目中的 BIM 应用

10 北京市建筑设计研究院



德仁广场商业综合体项目 BIM 技术应用

14 马钢集团设计研究院有限责任公司



水墨长卷 中华印玺 - 上海博物馆东馆新建工程设计阶段 BIM 应用

18 同济大学建筑设计研究院 (集团) 有限公司



开创 BIM 运维新篇章 - 同济设计院集团大楼 BIM 运维管理应用

24 同济大学建筑设计研究院 (集团) 有限公司



基隆坡 Exchange 106 项目 BIM 技术应用

28 中国建筑第八工程局有限公司



张家口奥林匹克体育中心 BIM 设计实践 - 以体育场设计为例

34 北京市建筑设计研究院有限公司



泰康 (武汉) 同济医院项目 BIM 技术应用 - 健康之家数字化设计建造之路

40 华东建筑设计研究院有限公司



携手同行 共创未来 - 云南巧家洗羊塘一期 49.5MW 风电场

44 四川海鑫电力设计有限公司



新开发银行总部大楼 BIM 技术应用

48 华东建筑设计研究院有限公司 华东建筑设计研究总院



面向建筑设计的Autodesk软件



AUTODESK ARCHITECTURE, ENGINEERING & CONSTRUCTION COLLECTION

一款重要的 BIM 工具集，适用于建筑设计、基础设施和施工。

R REVIT

用于建筑信息建模的软件。

N NAVISWORKS MANAGE

与利益相关方一起审阅集成模型和数据，以更好地控制项目成果。

D DYNAMO STUDIO

面向 Revit 的开源可视化编程扩展程序，能让您雕刻几何体，实现流程自动化，等等。

A AUTOCAD

设计和文档编制软件。

3 3DS MAX

三维建模、动画和渲染软件。

R RECAP PRO

现实捕捉以及三维扫描软件和服务。

公司名称
广东省建筑设计研究院

项目地址
中国，广东深圳

应用软件
Autodesk® Revit® Architecture
Autodesk® Revit® Structure
Autodesk® Revit® MEP
Autodesk® Navisworks®

钻研创新 点石成金

深国际前海智慧港先期项目BIM技术应用



图1 深国际前海智慧港先期项目效果图

广东省建筑设计研究院

广东省建筑设计研究院（GDAD）创建于1952年，是新中国第一批大型综合勘察设计单位之一，为全国科技先进集体、全国优秀勘察设计企业、当代中国建筑设计百家名院、广东省高新技术企业、广东省守合同重信用企业、广东省重点项目建设先进集体，现代工程建设设计运营服务商。全院设计专业人员数量：2700余人，其中工程院院士1名、全国工程勘察设计大师3名、广东省工程勘察设计大师5名、享受政府津贴专家15名、教授级高工66名、高工549名、工程师686名、各类执业注册人员499名。该院从事专项建筑智能化设计的人员有18名，包括教授级高工、高工、注册电气工程师等。

广东省建筑设计研究院对BIM技术的研究与应用始于2006年，于2009年成立BIM设计研究中心，为BIM专项研究部门，业务包括BIM技术全过程顾问服务、平台管理及技术研发、BIM二次开发、BIM协同正向设计四大板块。BIM技术应用范围涵盖了方案、设计、运维及平台管理等建筑的全生命周期应用。

作为华南地区最大的“BIM设计研究中心”之一，中心拥有近60人的专业服务团队，由实战

经验丰富的设计、施工管理专家领衔，着重对二次开发技术的深入研究与横向拓展，通过开发超过一百个Autodesk Revit工具，极大地提升了工作效率。至今完成数十个项目，超过2500万平方米的BIM专项服务。BIM中心对多项业内关注的重点难点课题进行了深入的研究，取得了丰硕的成果。

多次参编国家、地方BIM技术标准、规范：《建筑工程设计信息模型分类和编码标准》、《绿色建筑设计评价P-BIM 软件技术与信息交换标准》、《建筑设计P-BIM 软件技术与信息交换标准》、《广州市建筑施工BIM 技术应用规范》；主编地方BIM 技术标准、规范：《广东省建筑信息模型应用统一标准》、《广州市民用建筑信息模型（BIM）设计技术规范》。



图2 深国际前海智慧港先期项目BIM模型图



图3 深国际前海智慧港先期项目总平面图、效果图



一、项目概况

深国际前海智慧港先期项目，由深国际前海置业（深圳）有限公司、深国际前海商业发展（深圳）有限公司和深国际前海资产管理（深圳）有限公司联合打造的一个集住宅、办公、商业于一体的综合项目，项目总建筑面积约17.5万平方米。项目拟全过程采用BIM精细化管理，实现管理价值最大化，并通过本项目的BIM研究形式项目级标准。

园区位于深圳市前海深港合作区妈湾片区北侧、水廊道南侧，属19单元的06街坊，分为4个地块，分别为19-06-02、19-06-03、19-06-05及19-06-06。建设用地：4.62万m²，其中项目开发红线用地面积为3.88万m²，道路用地面积0.74万m²。主要功能为住宅、办公和商业。计容积率建筑面积为100250平方米，其中住宅四栋（一栋140m，一栋120m，二栋100m）共计50000m²，办公一

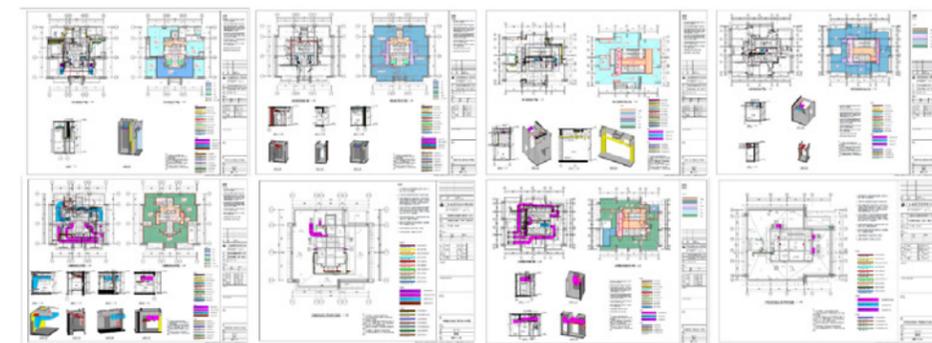


图4 基于Autodesk Revit的BIM成果图（部分）

栋100m计35000m²，商业15000m²，配套设施250m²。另外，地下室共约70000m²，其中地下商业约10000m²，地下停车场及设备房约60000m²，展厅约5000m²。

深国际前海智慧港先期项目荣获2018年中勘协“创新杯”BIM设计大赛·居住建筑类BIM应用一等奖、荣获第二届广东省BIM应用大赛一等奖。

二、BIM创新技术应用

（一）BIM三维地质自动生成

传统的地质分析，往往是根据勘察单位提供的剖面图、数据表、报告进行基础设计分析。对于岩土地质分布不复杂的工程区域，所需分析时间较短，工作效率较高。若遇到岩土分布非常复杂的工程区域，单是分析就需要耗费非常多的工作时间，严重影响工作效率。

面对复杂的岩土分布，采用三维地质模型进行分析比传统分析方式更为优越。因其具有的可视化特性，可实现工程区域岩土的任意剖切、查看、分析。通过读取勘察报告中的每一个钻孔数据，在Autodesk Revit软件中编写插件，以插值的方式生成BIM三维地质，将数据转换成可视化模型，直观呈现各土层的几何分布，便于统计各土层工程量（如淤泥量），对开挖成本核算具有一定的参考价值。地质区域可任意剖切，对整体的地质环境进行更细微的观察及分析。

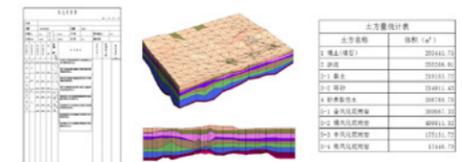


图5（左至右）钻孔数据、基于Autodesk Revit的三维地质、土方量统计表

（二）桩基础批量自动生成

解决三维地质模型一大难题后，我们面临的是第二大难题——桩基础模型建立。本项目共有3542根桩，重复建模工作量大，并且桩顶相对标高数据多（有-10.9m、-11m、-11.2m、-11.4m、-11.405m等），如果全部采用人手建立的情况下，无法保证一次性建模准确率，可能需要反复核对才能保证模型得以交付。

为了解决这个难题，我们通过编写插件，读取设计图上的桩基础坐标及参数信息，在Autodesk Revit平台上实现桩基础批量生成，减少人手建模工作量，降低模型出错率，提高BIM桩基础模型工作质量与效率。

(三) 基于BIM三维地质与桩长校核应用

因场地区各土层分布不一定均匀，尤其是持力层埋深的区别，设计人员一般会对桩长赋予参考范围值，称之为设计参考桩长。设计桩长的数据取决于地质勘探报告，钻孔数量越多，分布越紧凑，提供的设计桩长越接近实际桩长。如果增加了钻孔数量，设计人员需要重新花费大量的时间对原有桩长数据进行检验分析，过程繁琐且数据不一定满足实际施工。一般情况下，施工方只能通过实际施工桩长值进行数据记录。

经研究发现，如果结合BIM三维地质模型与桩基础模型，理论上能够实现提取BIM桩长数据，同时赋予设计参考桩长，利用明细报表进行比对分析，为施工管理及成本管理提供具有价值的参考数据。

在已知的计算规则及约束条件下，BIM三维地质模型作为底层数据，批量生成BIM桩基础模型，赋予各类数据信息，如桩类型、桩编号、设计参考桩长、BIM参考桩长、差值、终压值等。同时预留施工阶段需要的数据接口，如：施工桩长、施工分区、混凝土超灌高度等。各项数据均通过计算机进行计算或预留，降低人工出错率，保证数据的准确性。

桩、
桩类型：承压兼抗拔桩
桩编码：GZ0416
L参：16.0m
Lbim：19.3m
差值：-3.3m
终压值：2.2倍
L施工：19.5m
混凝土超灌高度：≥0.8m
施工分区：施工分区一

图6 基于Autodesk Revit的桩长平面图

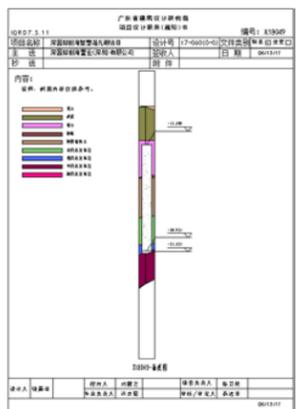


图7 基于Autodesk Revit的桩长剖面图

(四) 基于BIM的桩基精细化管理

桩基础施工时，进度往往拖延严重，业主方人员在信息获取方面可能会有延迟，难以把控与监管现场实际桩基础施工进度与质量。施工人员每天以纸质版的形式进行数据记录，大量的人手记录工作，难免发生数据输入错误的情况，数据丢失的问题经常发生，且丢失的数据无法恢复。导致业主方对施工单位进行进度款结算时，容易出现扯皮现象，造成大量人力的浪费。

图8 桩基施工数据录入

在桩基施工过程中，对有效桩长达不到设计要求的桩承台等问题。通过Autodesk Revit软件拟合的土层剖面图进行原因分析。

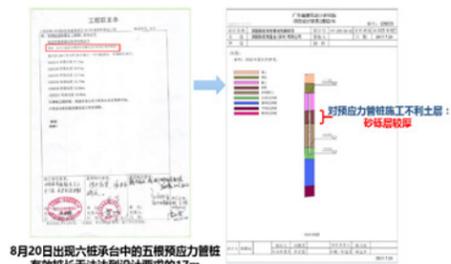


图9 基于Autodesk Revit的桩基施工复核分析 (1)

并提前预判持力层岩面是否存在斜岩的可能性，进而保证现场施工全断面入岩工作。

BIM是建筑工程信息化历史上的一个革新。从建筑全生命周期而言，包括建筑规划、设计、施工、运营、改造等全部过程中所有信息的大型数据库，为真正实现建筑工程全生命周期的建设好管理提供了技术支撑。我院BIM中心秉承“守正鼎新，营造臻品”的核心价值观，发扬“绘雅方寸，筑梦千里”的企业精神，充分利用人才、技术、科研、创新和品牌的综合优势，为广大客户提供高效优质的服务，共同设计未来，成就梦想。

—饶嘉谊
总工程师
广东省建筑设计研究院·BIM设计研究中心

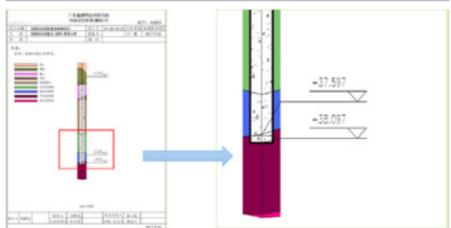


图10 基于Autodesk Revit的桩基施工复核分析 (2)

(五) 碰撞检查及设计优化——基于Autodesk Revit的报告编制

在编制碰撞问题报告时，常规的做法是编制在word文档。对于查看人员（业主或设计方）来说，需要通过各专业图纸翻查、对位、套图等工作才能对碰撞问题有初步的了解。

当项目后期出现人员更换或提交阶段性成果文件时，容易出现报告的丢失或遗漏情况，项目台账不完整的情况时常发生。

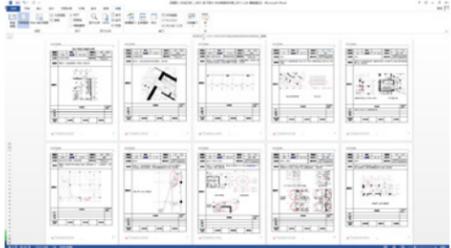


图11 常规碰撞报告 (示意)

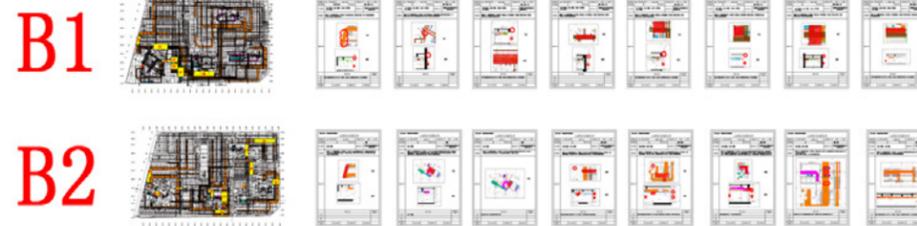


图12 基于Autodesk Revit编制碰撞报告 (示意)

为解决此问题，我们在碰撞报告的编制上做了优化处理，摒弃常规word文档编制的做法，直接把各项碰撞编制在Autodesk Revit软件里面，将楼层、问题区域、问题报告建立在一个文件里面。方便业主或设计人员查看问题所在区域。由于报告在BIM模型内，无论是后期加入的成员或者进行台账整理时，只要打开模型，便能清晰了解。

三、项目亮点

本项目亮点共有以下五个部分：

- 1 BIM三维地质自动生成 (基于Revit软件) — 创新应用
- 2 桩基础批量自动生成 — 发表《基于BIM的三维地质与桩长校核应用》论文
- 3 基于BIM三维地质与桩长校核 — 创新应用
- 4 基于BIM的桩基精细化管理 — 创新管理模式
- 5 基于Revit的碰撞报告编制 (优化)

图13 项目亮点示意

四、创新技术开发、效益体现

(一) 创新技术开发

(1) 基于Autodesk Revit的三维地质模型自动生成；

(2) 基于Autodesk Revit的桩基础批量自动生成；

(3) 基于Autodesk Revit的三维地质与桩长校核应用；

(4) 基于Autodesk Revit的视图裁剪应用。

(二) BIM桩基精细化管理效益体现

(1) 质量管控

清晰了解项目施工进度，通过本项目的质量管控点的设定，可以在Web端精确每根桩的施工质量情况。减少了300多根桩可能出现终压值受力不足的质量隐患，使每根桩在终压值等质量管控方面做到有迹可寻、有据可查。

(2) 进度报量

精确统计实际成本，减少进度报量过程中的扯皮现象，每次进度报量减少约1工日，实现快速进度报量。

(3) 进度管理

在施工过程中，通过实时填写实际开始、实际完成时间，让业主方领导、各参与人员实时查看项目打桩数量，有效把控项目进度，减少沟通成本。

(4) 技术创新其他尝试

对桩基的跟踪方法可以在其它构件上尝试应用，但需要提高易用性和工艺库内内容。

五、结语

项目桩基础阶段已竣工，经核算，各地块的旋挖桩BIM参考桩长与实际施工桩长差值为±2

BIM被认为是继CAD技术后，建筑行业的第二次革命性技术。按照现行的国标《建筑工程施工质量验收统一标准》，建筑工程包括地基与基础工程、主体结构工程、建筑屋面工程建筑装饰装修工程等10个分部工程。因此，在BIM的应用层面上，不应局限在主体结构及设施上。对于地基与基础，以及岩土勘探分析等前端设计，BIM技术的应用价值还有很大的可发掘空间。

—唐煜
项目经理
广东省建筑设计研究院·BIM设计研究中心

米，预制桩差值为±3米（差值来源于勘察数据各项报表）。未来，我们将深入挖掘该应用，发挥BIM技术在前端设计的综合应用。

深国际前海智慧港先期项目集高端住宅、办公、商业于一体。BIM作为工程项目管理和技术手段，对设计成果全面校核，解决了设计过程中的方案可视化、设计优化、协同管理、施工管理、综合管控等多方面的问题，提高了工程建设质量和项目管理水平，得到业主、施工单位、监理单位的一致好评。

公司名称
北京市建筑设计研究院

项目地址
中国, 北京CBD核心区Z6地块

应用软件
Autodesk® Revit®
Autodesk® Forge
Autodesk® Simulation CFD

北京CBD核心区远洋集团及汇丰银行总部大厦(Z6 TOWER)项目中的BIM应用

随着科学技术的发展,全数字信息模型在建筑设计及工程建设领域有了越来越广阔和深入的应用。对于建筑师来说,正是BIM辅助设计令曾经的纸上谈兵变为真实可行的实际工程,极大地扩展了建筑工程的丰富性。在诸多超大型、超复杂三维空间体系的建筑工程中,BIM设计正在承担着越来越不可或缺的位置。在本项目中,我们充分利用BIM体系的各项优势,表皮设计与平面设计并行;各专业信息均整合于同一个模型中,不仅实时解决设计问题,而且在数字模型中进行二次深化设计。可以说,本项目在实施之前,每一处细节已经完整地在虚拟空间中建造了一遍。如此高完成度的BIM精细化设计,可以极大地为业主节省施工造价和各方配合时间,同时也是建造高完成度设计精品的有力保障。

—解立婕
设计总监
BIAD4高层与城市综合体设计中心



图1 项目图

北京市建筑设计研究院

北京市建筑设计研究院(英文名称:BEIJING INSTITUTE OF ARCHITECTURAL DESIGN。以下简称BIAD)成立于1949年10月,是与共和国同龄的大型民用建筑设计机构,在民用建筑设计行业中处于领先地位。

BIAD 始终将设计精品工程和保持技术领先作为自己的责任,从1977年以来至2016年05月,设计获国家奖65项,获建设部奖354项,获北京市奖799项。科研获国家科技进步奖28项,获部科技进步奖104项,获北京市科技进步奖155项。获詹天佑土木工程奖21项。

在多年的工作过程中,BIAD 逐步形成了一个优秀的设计团队,并集中了一大批优秀的建筑师和各个专业的工程师,其中工程院院士1名,国家设计大师11名,突出贡献专家12名。

BIAD 具有以下资质:

- Enterprise Qualification
- 工程设计建筑行业甲级(A111017357)
- Certified Grade A of Engineering Design
- 城乡规划设计甲级([建]城规编第111238)
- Certified Grade A of Urban Planning and Design
- 工程咨询甲级(工咨甲10120070006)
- Certified Grade A of Engineering Consulting
- 工程造价咨询甲级(甲120111000283)
- Certified Grade A of Engineering cost consulting
- 旅游规划设计甲级(旅规甲03-2011)
- Certified Grade A of Tourism Planning and Design
- 风景园林工程设计甲级
- Certified Grade A of Landscape Engineering Design
- 环境工程(物理污染防治工程)甲级资质
- Certified Grade A of Environmental Engineering (Physics Pollution Control Engineering)
- 对外承包工程资格证书
- Certificate of Qualification for Foreign Contracted Projects
- 对外贸易经营者备案登记
- Registration and Registration of Foreign Trade Dealers

自21世纪以来,BIAD 保持北京和北京周边地区的传统优势的同时,各分支机构及区域设计中心逐步形成地区优势。BIAD 在全国范围内完成了一大批城市标志性建筑。如昆明长水国际机场航站楼、银川火车站、南京南站、广州南站、太原煤炭交易中心、深圳湾体育中心、西安唐大明宫国家遗址公园、济南大剧院、海南博鳌亚洲论坛、浙江中国美术学院、三亚喜来登酒店等项目。经过多年发展,现有分支机构13处,国内合作办学4家。

此外,BIAD 重视在国家支持新兴地区的发展投入,承接了大量项目。这些项目设计工作的实施,标志着公司在重要项目、复杂项目的设计、管理方面具有一流的技术能力和组织能力。

BIAD BIM研究所为公司直属部门,除公司丰富的技术资源外,目前有员工42人,其中高级顾问2人,博士后2人,硕士3人,高级工程师3人。所有员工均具有建筑相关专业高等教育背景,设计或施工单位工作3-25年经验。

BIAD BIM研究所在十年持续不断的实践中,参与和完成了不同类型项目的BIM实施工作,建筑类型涵盖大型公共建筑、综合性商业地产以及高端住宅的各种类型;工作内容覆盖了从BIM辅助标准化设计、建筑表皮和钢结构的数字几何规格控制,到机电管线综合、楼层净高优化、园区场地覆土分析、施工阶段配合、BIM智慧建筑及园区运维系统建设、以及基于BIM平台的全过程项目管理交付的咨询顾问、基于BIM设计的标准化研发等各项工作。并承担多项北京市科委、国资委重大课题。

一、项目概况

北京CBD核心区远洋集团及汇丰银行总部大厦(简称Z6 TOWER)是位于北京朝阳区CBD东扩区的西南,东临金和路与中央公园相望,南至景辉南街。项目占地面积11007m²,是集办公、高档酒店、商业、地下车库为一体的大型综合建筑。

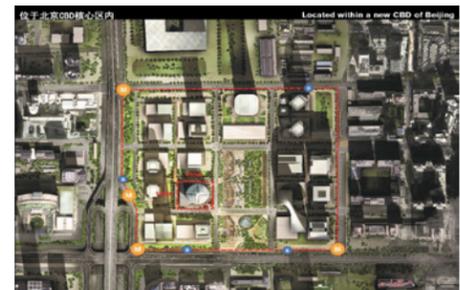


图2 总平面示意图

Z6塔楼在CBD核心区总体规划中就有非常独特的地位。作为该区域第二高的塔楼,它坐落于靠近长安街于三环路交口的位置;且为了优化看向塔楼及从塔楼向外的视野,它也是CBD核心区唯一一个楼体被旋转的项目。

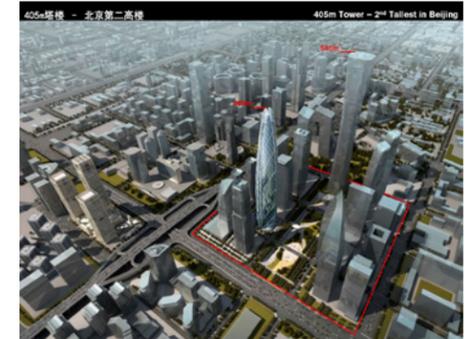


图3 东南侧鸟瞰图

Z6 TOWER总高度达405m,总建筑面积为23.88万m²,其中地上建筑面积19万m²,地下建筑面积4.88万m²。地上68层,地下5层。塔楼包含约14万的国际甲级写字楼和一个超五星级酒店,同时在地下及裙房配备少量高端配套商业。位于塔楼上部的豪华酒店拥有一个随造型逐层收分的高大中庭,中庭顶部设置弧形反光板令中庭也可享受柔和的自然采光。整体塔楼按照中国绿色三星及美国LEED金级标准设计。

本项目由Foster+Parnter进行方案设计,北京市建筑设计研究院全程顾问并完成项目BIM设计及施工图设计工作。

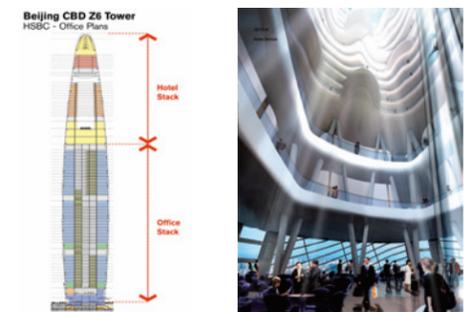


图4 塔楼功能分区示意

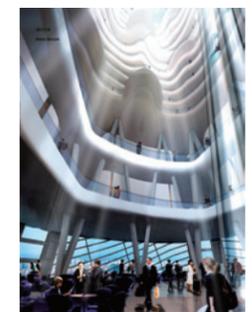


图5 酒店中庭示意图

建筑的造型基础来源于椭圆形的几何图形,其幕墙在顶部圆润收分,并从最宽的楼板处平缓的向底部收窄。建筑的角部由4对巨柱构成,巨柱从底部缓缓的沿曲线向上延续,并在接近塔楼顶部的位置交汇。顶部“泉眼”的曲线特征造型非常独特,可以从远处清晰辨认。巨柱之间的主立面由完全一体式的斜交网格构成。柔和弯曲的巨撑文件是立面的主要特征,它戏剧般的沿各立面向上延伸形成了一个对称的图

案,勾勒出犹如“正在绽放的花朵”般有机的景象。

建筑主体采用了双层幕墙体系,其外层幕墙为单元化单层夹胶玻璃,内层幕墙为单元式双层中空玻璃。外层幕墙板块由其所处位置有内倾、垂直、外倾等多种角度变化,呈鳞片状相互交叠;内层幕墙板块为垂直的单元式矩形板块。

在本项目中,建筑造型、内部空间、幕墙细部均高度复杂,传统二维图纸已不能表达建筑设计理念,项目团队必须借助BIM体系才能高精度高完成度的完成整体设计。

二、BIM在项目中的应用

1. 项目难点

- 本项目设计难点:
1. 建筑三维造型的精确定位;
 2. 复杂三维表皮设计及建筑表皮与结构一体化设计;
 3. 创新性结构体系在高烈度设防地区的重大挑战。

2. BIM在造型设计及幕墙设计中的应用

1. 面对的复杂性
超高层建筑外围护结构本身工程量大,工程造价高,这就需要更严格的设计精度。Z6整体几何来源于环状基本形的片段,是在一个标准圆弧面上跟据理性且系统的设计逻辑进行逐层倾斜的网格划分,这造成了造型中幕墙每个网格单元基本都是双曲面玻璃板块。项目团队通过BIM工作将表皮进行了平板化处理,并创新性形成鳞片状叠合逻辑;通过调整算法使各板块得以用最小的错缝拟合出双曲造型,并形成丰富独特的表皮肌理效果,仅此一项为业主节约了30%幕墙造价。

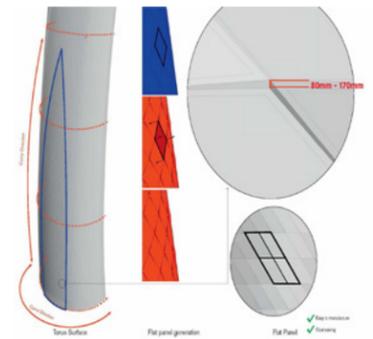


图6 幕墙生成逻辑及平板化策略

考虑到建造实际,双曲的几何单元带来玻璃单元板块、幕墙框,倾斜交叉的结构体系及其外包铝板等都需考虑平板化,而鳞片拟合曲面

带来错缝对位等一系列问题，这些都在综合考虑视觉效果与工程建造之间做大量的优化工作。同时，尚需通过计算控制板块分类，减少板块种类及异形板块数量，并通过计算控制垂直分割的内幕墙板块与外幕墙的合理间距。

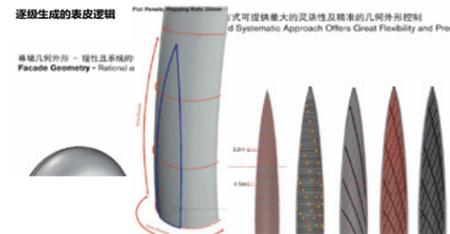


图7 表皮生成逻辑

2. 模型构建方式

为了应对复杂、精确的几何定位系统，这些几何定位系统能够澄清建筑各个元素之间的定位关系，尺寸大小。这些几何体系 并不代表任何的实体构件，而是为了定义整个幕墙体系的“骨架”，后面所有的幕墙深化都在这个骨架体系上展开深化。

项目团队为这些所有的几何体系都编写了简洁明确的数学几何生成规则，从某种意义上说这些几何规则是设计的DNA，而这些简洁明确的规则天然的适合计算机参数化生成，项目团队把这些几何规则“翻译”为程序代码，最终在建模软件平台上编写了上万行的代码精确描述了整个建筑幕墙系统，整个幕墙模型全部是由代码脚本生成。

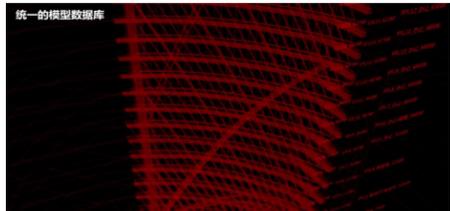


图8 数据化模型

3. BIM在复杂空间设计中的应用

Z6塔楼上部的酒店包含一个逐层收分的中庭空间，塔楼核心筒根据结构验算由钢筋混凝土结构转为钢网络结构；同时客房区所有机电竖

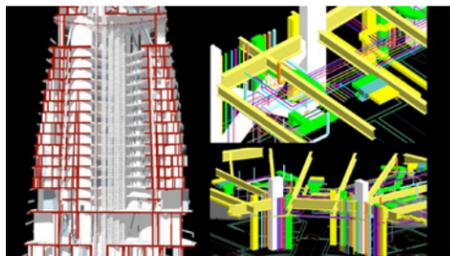


图9 三维中庭空间机电解决方案

井均层层错位。机房设备的放置和管线排布必须通过BIM平台在三维空间内解决。

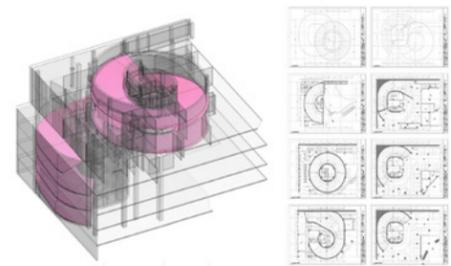


图10 复杂坡道研究

本项目中各种复杂空间均通过BIM进行了详细的分析及检查工作。如在方案深化阶段，垂直位移的环形坡道及穿插在内部的疏散楼梯、首层大堂空间、顶部会所等特殊空间通过Autodesk Revit数字建模进行分析评估方案可行性；在初步设计阶段，利用Autodesk Revit、Autodesk Simulation CFD等解决复杂屋面的机电设计、三组相互穿插的楼梯空间、三维曲线柱与宴会厅的空间关系、酒店中庭的采光、烟气模拟分析等技术问题。随着设计进程的推进，模型信息逐步增加。随着全专业信息模型的建立，项目团队可以精确控制各专业整合后的建筑空间形象，并对幕墙顾问公司的成果在模型中做出反馈。可以说，本项目所包含的各种空间在工程的不同阶段均在BIM平台中进行了详尽的推敲及精细设计。

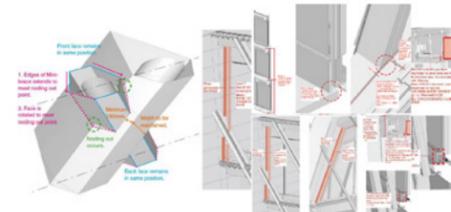


图11 幕墙施工节点推敲

4. BIM在专业设计及研究中的应用

1. 结构设计

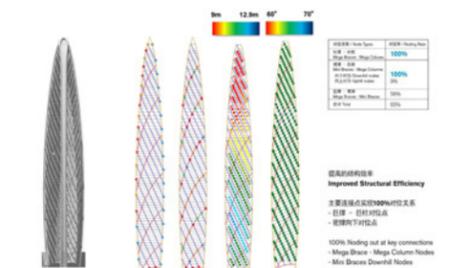


图12 结构节点优化

Z6项目结构设计最大的挑战就是不规则网格体系的钢结构节点设计。其外框筒由四片相同的

结构组成，呈花瓣形。每片包含一对钢管混凝土巨柱，一个方向弯曲伸展的六根巨撑和反方向布置较密，间距均匀的密撑。巨撑、密撑及楼面梁等相互斜交形成了各类复杂节点。项目团队通过弹性有限元逐个分析钢结构节点，有针对性的对其进行加强设计。

在结构设计过程中，由于巨撑、密撑及楼面梁等相互斜交形成了各类复杂节点，对结构专业而言，整体外框筒结构不论从其复杂的受力系统还是复杂的节点设计都具有相当的挑战。正是由于BIM系统的应用，解决了设计过程中的一系列问题。项目团队利用结构计算软件对接几何模型对主结构模型进行了大量调整计算工作；通过调整结构中心线，优化结构交点位置，减少了异形玻璃板块并满足结构最佳受力原则和钢结构节点的可实施性。采用ANSYS模型对性能控制参数复核并进行高端弹性稳定分析，基于准静态模型，采用插件完成结构中心线的提取，导入通用有限元分析软件，施加各工况荷载及边界条件，形成结构计算分析模型。

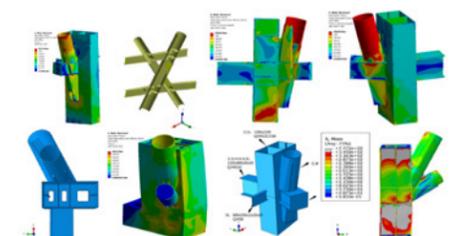


图13 节点应力分析

2. 双层幕墙研究

由于本项目采用内部垂直幕墙与外部鱼鳞状幕墙共同组成宽腔双层幕墙系统，因此针对幕墙空腔通风及遮阳参数进行CFD模拟并指导构造细节的选择。复杂的空间组合关系更是需要借助BIM平台完成细部设计。

同时设计中，项目团队通过使用计算机技术对建筑光环境、风环境、热工性能、火灾危险性等物理环境进行分析模拟，及人流分析和建立风洞实验模型，指导方案设计及构造细节的选择，使设计更加节能、合理。

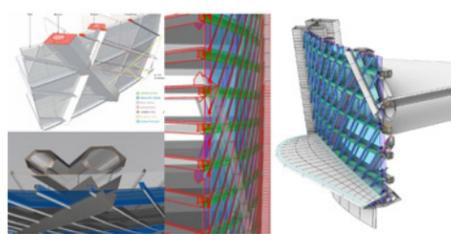


图14 结构与幕墙一体的数字信息模型

5. BIM在多专业协同方面的应用
Z6项目具备较高的复杂性，基本各层平面均不相同，各专业之间相互关系更加紧密。项目团队在项目即建立BIM设计平台，随着设计节点不断输入和更新建筑、结构、设备全专业BIM模型，同各专项系统，幕墙系统一起进行三维校核。在专项系统设计中，如楼梯系统、电梯系统、卫生间系统，项目团队发挥Autodesk Revit平台的优势，集中处理大量信息。

1. 信息的传递

Z6项目参与方多，设计周期长，怎样共享、传递、整合各方的设计信息，提供一个统一、便捷、精确的模型平台是项目团队面临的一个巨大的挑战。

应对这一挑战，项目团队从最基本描述几何体型的坐标点、弧线、标准面，到结构中心线、玻璃单元，外包构件等，都设计了一个完整清晰的命名体系来组织。连同文字示意图、数据表、公式坐标点共同形成一个几何说明文本，这样表达设计意图的整个定义体系的几何元素信息都能被保存、检索、传递。不同设计团队之间、顾问方、施工方在各自软件平台上都能制作出完整、唯一的几何模型。对于Z6这样一个复杂异形体型来说，这种方式使得设计得以准确高效的进行。例如，幕墙深化过程中，施工方在考虑到具体技术容差、沉降要求等预留后，依据几何说明展开节点设计。节点设计完成后再反回整个几何模型里面，检查协调各种设计关系。最终得到一个完整的项目信息模型，这样的“数据库”也为直接对接后期的自动化加工制造、安装定位打下基础。有了这样一个完整的数据库，面对不同工程参与方的需要，不光传递模型，而且能方便高效的提供完整的数据表格、相关的设计条件、生成逻辑，这样比单纯的模型传递更能完整的传递设计信息。一个单纯的模型仅能承载部分的尺寸信息，而这些尺寸信息在使用提取时往往困难。

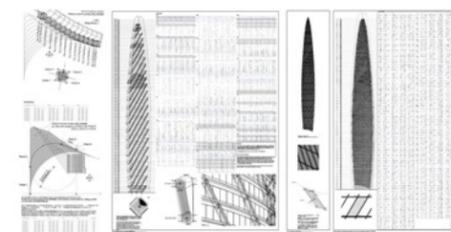


图15 模型数据传递

2. 模型的深度

模型的深度没有对具体构建详细程度作为标

准。而是随着设计的进行逐渐深化，标准就是满足各阶段的设计需要，能够完整描述各阶段的设计成果。在设计初期，基准的定义弧线也都保存。在施工图设计阶段，为了二维图纸的表达，项目团队做了许多快速出图的脚本和模型。

6. BIM体系设置及信息管理

在当前技术条件下，单一的BIM工具完全无法实现如此复杂项目的设计目标。项目团队在策划阶段，就确定了多平台协同工作，以适用性为导向的BIM技术框架。如建筑外围护体系使用三维建模软件作为设计的核心平台处理曲面；大平面系统则使用传统的AutoCAD平台，保证设计的时效性；对于楼电梯、核心筒、卫生间、机房这样的独立标准组件，项目团队使用Autodesk Revit平台，利用建筑信息化的优势，确保这些复杂组件的三维准确性。通过成熟的协同设计平台，将这三个大的体系整合在大平面中，实时更新，协同工作。

基于Autodesk Revit工作平台，项目各专业的构件信息可方便的被提取进行分析统计，几何规则通过数据在不同软件平台中流动，适应不同参与方的模型数据沟通。借由交互式平台可更加直观的展示数据信息，方便施工现场监控。

三、BIM应用创新点

正向设计

项目团队利用BIM系统进行多专业混合的智能模块化设计，可以同时辅助多专业并同时出图。正向设计可以极大地提高设计精度，提高BIM模型的使用率。用BIM模型设计的好处是：多专业模型混合、以及在一个模型环境里进行设计沟通，尽可能地保证了设计的一致性及降低了沟通成本。

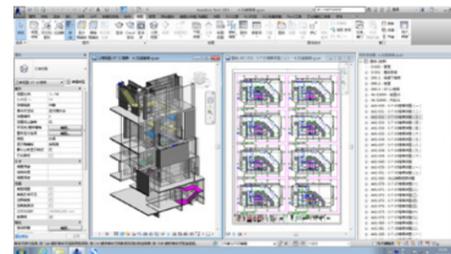


图16 基于Autodesk Revit平台的多专业混合设计

开发基于 Autodesk Revit 平台的相关智能处理软件

项目团队根据本项目进行了二次程序开发，可以智能完成自动归档、图纸目录编号等工作，

基于Autodesk的forge云服务，开发了平台化的图纸校验系统，可以进行平面及三维模型校审。在平台中不仅可以很方便地进行图纸的版本、专业对比，更先进的是平面图与BIM模型的对比。在审核过程中可以对问题点进行批注、测量，并将审核的结果一次性地导出纸质报告。

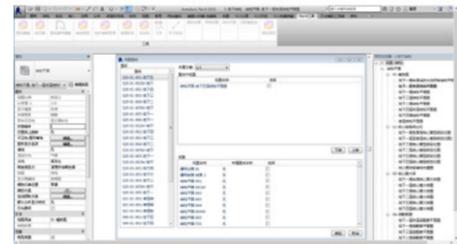


图17 自主开发的图纸校验系统

四、总结

在Z6项目中项目团队对BIM技术的应用，可以归纳出以下几个特别贡献点：

1. 复杂建筑形体、空间的精确定位与信息传递；
2. 双层三维幕墙系统优化设计分析与造价控制；
3. 全新高层结构体系的建立及一体化表皮设计；
4. 建筑空间的风、光、热环境分析与节能策略；
5. 依托BIM模型进行多专业的整合及验证工作；
6. 开发基于 Autodesk Revit 平台的相关软件并智能处理。

Z6超高层项目具备较高的复杂性，包含了复杂幕墙、复杂空间、钢结构系统、混合结构、管线综合等各方面。使用了包括AutoCAD、Autodesk Revit等多个软件。基于Autodesk Revit软件的通用性以及便捷性，确保了在各个设计阶段良好的实用性，同时保持与各专业之间紧密的联系及反馈机制。项目团队希望能够在建筑设计的生命周期里运用BIM系统为各专业提供精准的可视化模型，在同一个平台下，构建综合信息模型，而模型中的信息库将在未来继续用于施工与运营之中。

公司名称
马钢集团设计研究院有限责任公司

项目地址
中国，安徽马鞍山

应用软件
Autodesk® Revit®
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® Vault Professional
Autodesk® 3ds Max® Design
Autodesk® AutoCAD®
Autodesk® Inventor®

现阶段BIM技术应用的体会是建筑是“表皮”，结构是“骨架”，机电是“血管”，信息是“灵魂”，协同才能提高效率。

— 尤嘉庆
BIM技术研究院院长
马钢集团设计研究院有限责任公司

德仁广场商业综合体项目 BIM技术应用



图1 德仁广场商业综合体鸟瞰效果图

马钢集团设计研究院有限责任公司
马钢集团设计研究院有限责任公司，成立于1978年。拥有冶金行业甲级、建筑行业专业甲级、建材行业专业甲级、环境工程专项甲级设计资质，同时拥有市政行业专业乙级、电力行业专业乙级、电力行业专业丙级、风景园林工程设计专项乙级、压力管道设计等工程设计资质；具有城乡规划编制乙级资质；拥有钢铁、建筑、建筑材料、生态建设和环境工程咨询甲级资质；同时具有工程造价乙级、市政公用（给排水）乙级、火电丙级等工程咨询资质；拥有地质勘查丙级资质、固定资产投资节能评估资格，信用等级被评为“AAA”。

马钢集团设计研究院有限责任公司BIM技术研究院（简称马钢BIM）着力推广全过程、全专业、全员BIM技术应用，现有BIM专业工程师100多人，涉及22个专业。能够提供建筑工

程、冶金工程、市政工程、道路工程、风景园林和景观规划设计、动画等全过程BIM技术服务。从2006年开始推广应用BIM技术，是欧特克授权培训中心和安徽省BIM技术应用指定培训基地。在设计、施工及总承包等众多项目中积累了丰富的BIM技术应用经验，培养了大批BIM技术应用人才，已完成了一百多个BIM项目。近三年每年培训、指导、孵化三家安徽省企业获得全国“创新杯”BIM大奖。致力于BIM、LIM、混合云、雾计算等BIM技术研究，参与主编安徽省BIM技术标准2件，获得国际BIM大奖2项、全国“创新杯”BIM大奖9项、安徽省BIM大奖5项。

一、项目概况
项目位于安徽省马鞍山市东部，东沿慈湖河路，北临雨山路，西侧毗邻马鞍山市旅游汽车站，南侧为瑞祥家园的多层住宅。整个基地地



图2 德仁广场商业综合体沿街效果图

势平坦，基本呈方形。本工程为由一栋高层住宅楼以及一栋高层酒店及住宅公寓和商业裙房组成的商业综合体，总建筑面积75045.24平方米，计容建筑面积56962.5平方米，地上建筑面积58379.84平方米，地下建筑面积16665.4平方米。

住宅楼地上二十二层，底部六层为商业裙房，七层为架空层，八至二十二层为住宅，建筑总高度76.30米；酒店、公寓地上19层，一至六层为商业裙房，七至十三层为酒店，十四至十九层为公寓，酒店、公寓建筑总高度80.80米。基地满铺地下室，设置两层地下停车场。



图3 德仁广场商业综合体立面效果图



图4 用地规划平面图

二、基于Autodesk Vault + 雾计算协同平台管理

本项目中我们采用Autodesk Vault + 雾计算数据管理平台，通过文件链接协同方式，利用协同管理平台的实时多方管理的方式进行最大化的质量控制、实现信息的实时传递，将其打造成BIM全生命周期协同平台。

注：雾计算模式中，数据、（数据）处理和应用程序集中在网络边缘的设备中，而不是几乎全部保存在云中，是云计算的延伸概念。雾计算并非由性能强大的服务器组成，而是由性能较弱、更为分散的各类功能计算机组成。

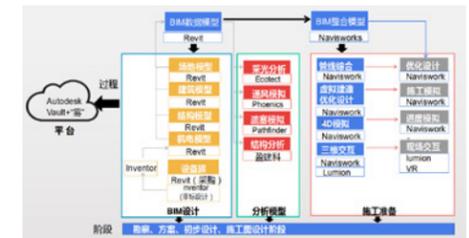


图5 本项目BIM应用模式

（一）平台搭建前环境部署



图6 平台数据管理环境部署

基于工程数据总线标准（ISO15926 ESB: Engineering Service Bus）以Autodesk Vault 产品数据管理（PDM）为基础，结合超融合雾计算、VPN虚拟局域网技术，搭建数字化BIM协同平台，可实现：

- 在局域网或互联网上，各种终端多人在线建模或绘图、浏览、评审、审批、修改，渲染等三维并行协同设计。
- 与MIS、OA结合，模型无需轻量化，也能实现项目全过程质量、进度和数字化（或BIM模型）管理（可编辑、浏览、审批、修改、渲染、归档等）。
- 支持Word、Excel、PDF、CAD等所有文档、三维模型、动画等。

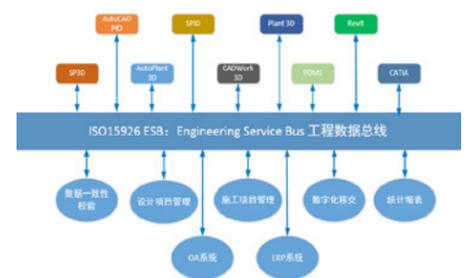


图7 工程数据总线实现全过程管理软件管控

（二）基于VAULT + 雾计算协同平台全过程协同应用



图8 全过程协同流程

（1）基于Autodesk Vault平台管理

在Autodesk Vault中预先设置好文件夹结构是十分必要的，在本项目中文件管理结构与三标管理体系结合，按质量管理体系和项目管理体系建立：

- 与新版ISO 9000质量管理体系标准一致，避免管理“二层皮”，所有管理记录可追溯、可归档、可快速查找和重用。
- 与传统管理习惯兼容，便于BIM技术在质量管理体系控制下推广。
- 可根据项目实际情况适时优化。

（2）BIM设计协同五大步骤

- BIM策划。在现有设计策划基础上，根据各专业特点进行模型文件拆分，按样板文件创建一个最小单元“空”模型文件，按管理体系结构（含项目样板、文档结构、视图组织、空模型链接关系、空图纸文件目录等）导入Autodesk Vault中。
- 模型装配。采用Autodesk Vault插件对空模型文件进行链接，实现“协同前”装配。
- 权限设置。根据岗位、角色、项目文件夹及其文件作用等设置权限。
- 模型完善。设计人员按策划从Autodesk Vault获取自己的工作文件，从零绘制，适时上传，Autodesk Vault将记录整个工作进程，同时院领导、总师、专业负责人等管理人员通过模型装配的完善度，可视化监控设计进度。

· 协同设计。浏览上级（装配）文件，同步查看与相关专业的协同关系，直接在设计过程中沟通、调整、优化，提前规避碰撞，实现真正的协同和适时协同。

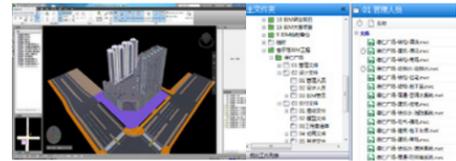


图9 协同设计

(3) 并行审核。Autodesk Vault + BIM软件结合实现了并行设计和审核

本项目为了实现BIM模型审核的目的，设计了基于Autodesk Revit和Autodesk Vault的并行审核流程。首先在Autodesk Revit项目浏览器中创建审核视图目录，再在对应审核视图中绘制修改云线，设置修订版次及填写修改意见，最后保存审核记录，使审核记录与模型的一致，避免“两层皮”。



图10 并行审核思路

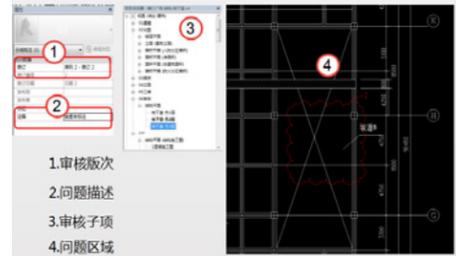


图11 在Autodesk Revit中保存审核记录

模型名	文件名称	版本	审核日期	审核人	审核意见
...	...	A	2016/12/13
...	...	A	2016/12/13
...	...	A	2016/12/13
...	...	A	2016/12/13

图12 Autodesk Vault并行审核记录

记录的是在Autodesk Revit和Autodesk Vault中，设计人和审核人对同一文件的工作记录，审核模型上传Autodesk Vault后，审

核人在上传版本注释中留下审核结论，再由设计师进行修改，设计和审核交替进行，提前发现问题，缩短纠错时间，同时留下审核记录，实现企业标准化管理。

(4) Autodesk Vault + “雾”计算实现无损移动协同

各类终端通过“雾”计算均可直接访问Autodesk Vault数据。Autodesk Revit文件、Autodesk Navisworks文件等等都可以轻松操作。可以实现内、外部协同，所有数据均在服务器上，有安全保障，文件传递在储存或服务器之间，速度快。模块化虚拟化应用主机，可以随项目应用情况增减、拆分、组合，实现了低成本重度虚拟化应用。

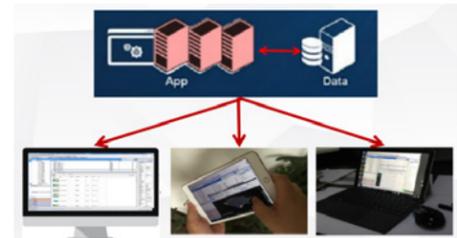


图13 Autodesk Vault+“雾”架构

(5) 基于Autodesk Vault施工交底、指导,实现小前端大后端服务模式

设计模型、施工模型可适时进行可视化评审，发现问题可在后端及时修改，并及时反映到现场得到评审人员确认。

三、BIM实施过程亮点应用

利用BIM模型在初步设计阶段及施工图设计阶段，解决可预见的碰撞问题，实现碰撞检测、设计优化、三维漫游、辅助出图、工程量统计、辅助预制加工及模块化建造提供模型基础。

建立三维可视化的模型进行管线综合，碰撞检查。全方位、多角度的观察，避免由于碰撞问题导致返工。

利用BIM三维模型进行工作量统计，加快决策进度、提高决策质量。无需进行抄图、绘图等重复工作量，降低工作强度，提高效率。

(1) 方案对比

通过最初的概念体量进行方案对比，楼层分析，以及面积对比分析，对造型反复推敲，面积合理利用，功能划分，体量快速的表达形体，起到了很大的用途。

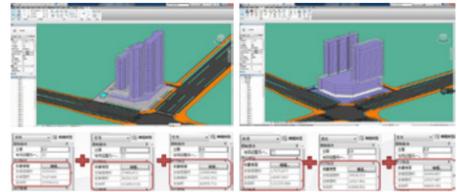


图14 项目前期方案模型对比

(2) 模型搭建

- 企业服务器作为协同工作平台
- 各专业通过Autodesk Vault + 雾计算的协同平台
- 专业间定A-1为项目基点并采用链接的协同方式
- 将模型分为：建筑地下室、建筑商场、建筑住宅、结构地下室、结构商场、结构住宅、酒店、电气、给排水、暖通、规划11个子模型。



图15 商业综合体建筑、结构、机电模型

(3) 分析模型到设计模型

Autodesk Revit 软件本身不能进行结构计算分析，Autodesk Revit侧重于跨专业实现协同设计；而盈建科在结构分析计算方面与国内规范结合紧密，并且Revit模型与盈建科计算模型可

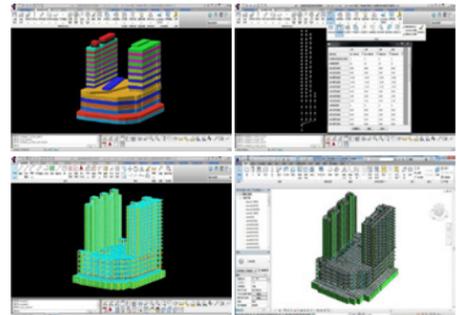


图16 打通了分析模型到设计模型的通道

当下建筑工程，通过BIM技术解决了数据创建、计算、分析、管理和共享困难、协同困难，两大难题，同时实现精细化管理。

—郭玉杰
BIM技术研究院设计经理
马钢集团设计研究院有限责任公司

通过二次开发接口进行增量更新，从而实现设计优化，可以使结构工程师在使用不同软件时极大的减少重复建模的工作量，从而提高工作效率并降低出错率。

(4) 碰撞检查、管线综合优化调整及出图

通过各专业之间在Autodesk Vault协同平台上协同工作，项目团队从项目开始时就建立好了链接，每天定时更新，已经避免了大部分专业间的碰撞问题。通过Autodesk Navisworks软件的间隙碰撞功能，首先检查出全部不符合规范规定距离的机电管线，再检查施工空间不足的地方，最终实现零碰撞的管线综合设计成果，最后生成二维图纸，更加清晰将模型中的几何信息和非几何信息传递给业主及项目各参与方，实现深度设计数据共享。

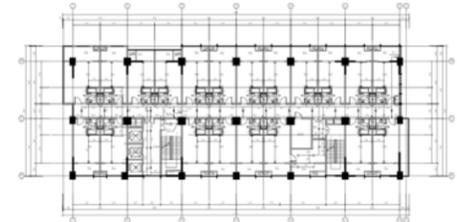
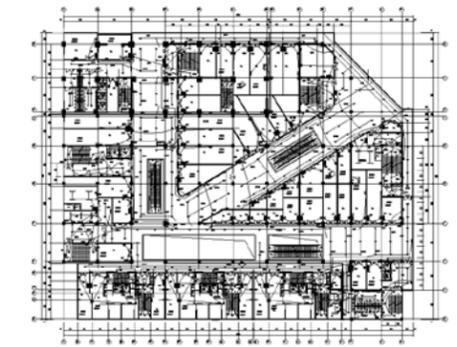
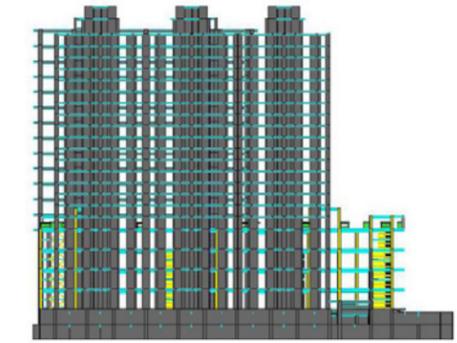


图17 商业电气图纸及住宅给排水图纸

(5) 工程量统计

按照《企业级BIM实施标准》和《三维模型深度要求及校审指南》规范的搭建全专业设计BIM模型，Autodesk Revit模型可通过接口与算量软件进行对接，也可自动生成，对于管道管件、设备等内容可直接通过软件中明细表功能生成明细清单，提高了工作效率。



<B. 结构构架明细表>			
楼层名称	A	B	C
	长 (毫米)	体积 (立方米)	
YJK-板形梁-连梁: YJK-200X250-	6100	0.14	
YJK-板形梁-连梁: YJK-200X250-	9000	0.19	
YJK-板形梁-连梁: YJK-200X300-	67059	2.07	
YJK-板形梁-连梁: YJK-200X350-	40800	1.57	
YJK-板形梁-连梁: YJK-200X400-	72688	4.46	
YJK-板形梁-连梁: YJK-250X400-	1432125	30.93	
YJK-板形梁-连梁: YJK-250X450-	132971	10.47	
YJK-板形梁-连梁: YJK-250X500-	839669	77.83	
YJK-板形梁-连梁: YJK-250X550-	205910	20.83	
YJK-板形梁-连梁: YJK-250X600-	81659	9.37	
YJK-板形梁-连梁: YJK-250X650-	147900	2.18	
YJK-板形梁-连梁: YJK-250X700-	131000	1.75	
YJK-板形梁-连梁: YJK-250X750-	114800	17.43	
YJK-板形梁-连梁: YJK-300X500-	39000	0.21	
YJK-板形梁-连梁: YJK-300X600-	30000	0.20	
YJK-板形梁-连梁: YJK-300X800-	242432	24.52	
YJK-板形梁-连梁: YJK-300X550-	187973	22.80	
YJK-板形梁-连梁: YJK-300X600-	367528	75.08	
YJK-板形梁-连梁: YJK-300X650-	845450	125.64	
YJK-板形梁-连梁: YJK-300X700-	331400	5.17	
YJK-板形梁-连梁: YJK-300X750-	380000	11.04	
YJK-板形梁-连梁: YJK-300X800-	1479005	33.90	
YJK-板形梁-连梁: YJK-300X800-	48083	5.28	
YJK-板形梁-连梁: YJK-300X900-	41151	9.76	

图18 结构工程量统计

(6) 景观设计

项目团队利用BIM模型，来模拟现实环境，进行对建筑定位、环境关系、室外管线布置、辅助植栽科学化设计等有更直观全面的把握，有利于景观尺度控制与细部设计，实现实时交互，更直观的提升景观的设计感。



图19 景观交互式浏览设计

四、结语

对于业主方，此项目从设计阶段到施工阶段，采用独立Autodesk Vault数据库，方便项目BIM数据整体移交，全生命周期BIM协同，它的直观性优化工程设计，减少在施工阶段可能存在的错误和返工，进行施工交底，施工模拟，同时也提高了和业主沟通的能力。同时三维渲染动画，可通过虚拟现实让客户有代入感，给人以真实感和直接的视觉冲击，可以满足业主宣传介绍。

对于设计院，通过与三标管理体系结合，提升项目管理水平，借助Autodesk Vault协同平台，实现并行设计、大后端支持、BIM模型快速表达，有效节省沟通时间1倍以上，快速响应时间提高2倍，体现BIM的应用价值。

对于施工方，通过BIM的实施，快速理解设计意图，在提升施工进度的同时，切实有效的指导现场施工。

多方协同，细化外部接口，对接每个相关单位或人员，可浏览、审批BIM轻量化模型，而外部接口中的BIM模型，只是内部BIM模型的一个映射，内部模型及其信息安全得到保障。

公司名称
同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司

项目地址
 中国，上海浦东

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

水墨长卷 中华印玺

上海博物馆东馆新建工程设计阶段 BIM应用



图1 项目图

随着BIM技术在中国的深入开展，已经发展成为工程项目中不可或缺的理论或者工具。BIM的第一要义是信息，这也将未来几年成为BIM深层次发展的源动力之一；第二要义是协同，万物互联之载体可以借助BIM之模型，万物互联之流通可以借助BIM之信息，同时也将催生出各种协同平台的开发和深度应用。

一张东升
 BIM中心副主任
 上海建筑数字建造工程技术研究中心
 同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司

同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司

同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司（以下简称TJAD）的前身是成立于1958年的同济大学建筑设计研究院，是全国知名的集团化管理的特大型甲级设计单位。持有国家建设部颁发的建筑、市政、桥梁、公路、岩土、地质、风景园林、环境污染防治、人防、文物保护等多项设计资质及国家计委颁发的工程咨询证书，是目前国内设计资质涵盖面最广的设计单位之一。

依托百年学府同济大学的深厚底蕴，经过半个多世纪的积累和进取，TJAD拥有了深厚的工程设计实力和强大的技术咨询能力。在全国各地、非洲、南美有近万个工程案例，如：上海中心、钓鱼台国宾馆芳菲苑、2008奥运会乒乓球馆、援非盟会议中心、井冈山革命博物馆新馆、上海新天地广场、2010上海世博会主题馆、上海国际旅游度假区、上海自然博物馆、上海交响乐团音乐厅、米兰世博会中国企业联合馆、古巴哈瓦那酒店、加纳共和国塞康迪体育场、特立尼达及多巴哥共和国国家艺术中心、苏通长江公路大桥、上海A5（嘉金）高速公路工程。

TJAD汇聚了三千多名优秀的工程技术人才，为客户提供一流的工程咨询服务，通过我们的卓越能力推动城市的发展、建立美好的生活。

我们深知是客户的信任使TJAD获得了发展的机会，同时我们不会忘记我们的职责，TJAD将一如既往的承担起企业的社会责任，为行业的发展和社会的进步不懈努力。

项目概况

上海博物馆位于浦东新区杨高南路、世纪大道、丁香路交汇处的10街坊地块北侧（10-03A）地块，总用地面积4.6公顷。该区域配套设施齐全，景观条件良好，人文气息浓厚，交通便捷，未来将与上海科技馆、东方艺术中心、世纪公园一起，形成具有国际影响力的文化设施集群，成为“上海东部文化中心”与人民广场地区形成“文化双中心”。

本项目为一幢一类高层，总建筑面积104997平方米，地上部分建筑面积为81297平方米，地下部分面积为23700平方米。南北面宽为185.6米，东西进深约为108.75米。上博东馆位于上海东部文化中心的核心位置，建筑设计立足城市空间整合的视角，使博物馆公共空间融入城



图2 项目图

市日常生活。首层的开放公共空间将博物馆的公共服务功能与城市地下空间进行良好衔接。在环形流线的转折处设置休闲边厅以及室外露台，强调室内外空间的交流互动。不同功能的合理分区使“24小时”博物馆成为可能。多样性的公众活动，将使上博东馆成为浦东最重要的城市公共空间。

上博东馆与西馆“一体两馆、相辅合璧”，东馆采用“外柔内刚”的形体与西馆“天圆地方”呼应，建筑表皮犹如水墨长卷，整体犹如精美之中华印玺，与东馆的书画、工艺藏品特色十分契合。



图3 上博东馆总平布置图

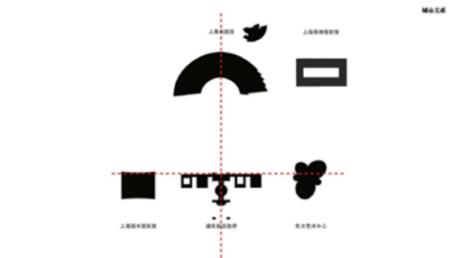


图4 上海博物馆东馆新建工程城市关系图

案例BIM应用介绍

本项目主要在三阶段一协同，15项应用点上进行落地性应用。从方案前期到施工图设计，从基本建模到质量合规控制，从虚拟模型到三维实体打印，从点点协同到基于平台的全面协同等方面都进行了实质性探索，充分发挥BIM优势，提高了本项目设计品质。

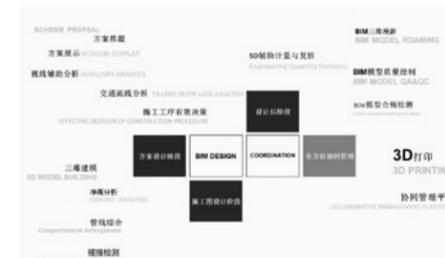


图5 上博东馆BIM应用点概述图

方案设计阶段

本项目在方案设计阶段主要从6大方面进行了应用探索：方案展示、方案推敲、方案比选、视线辅助分析、交通流线分析、施工工序有效决策。

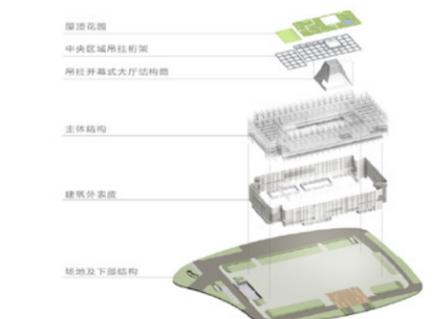


图6 上博东馆功能区拆解示意图

方案展示阶段，项目组通过对上博方案模型的3/4剖切，可以直观的展示项目内外设计效果，便于设计过程中各方对内部复杂空间诠释和理解。

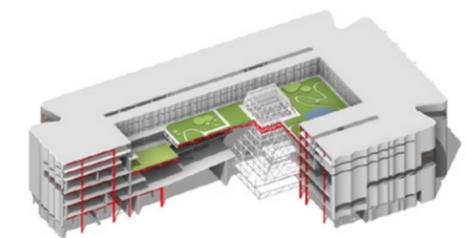


图7 上博方案模型的3/4剖切

方案推敲方面，项目组对复杂的钢构节点进行了局部的三维的搭建，用于设计过程中的节点推敲，直观有效的传递复杂的结构理念。上博东馆的粘滞阻尼墙和螺旋坡道拉索部分，通过复杂节点的三维展示，便于后期设计过程中有效考虑节点的构造，传力路径；也为下一阶段的钢结构深化工作做好指导性的铺垫工作。

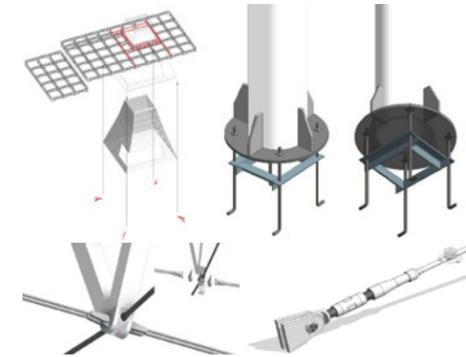


图8 BIM三维节点推敲示意

通过三维方案比选，对上博3F文博大厅东侧的螺旋坡道进行了三维等比例还原，给出了两套螺旋坡道的方案：桁架和壳体结构，最终经过计算优化、方案对比选择方案二。

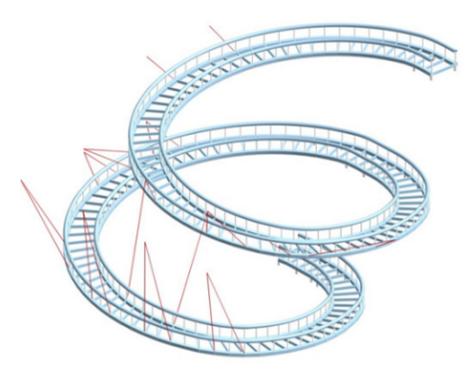


图9 方案一：桁架体系螺旋坡道结构

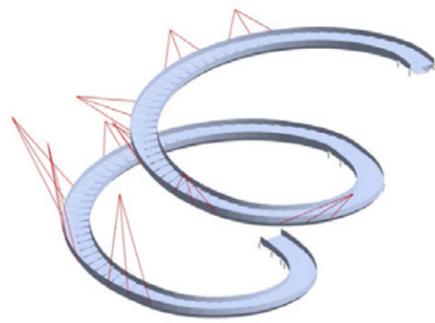


图10 方案二：壳体螺旋坡道结构

视线分析-针对上博东馆地下一层500人报告厅方案阶段做了视线分析，通过BIM建模和可视化编程，进行高精度的数据化视线分析，提供强力的三维数字设计辅助支持。

- 1.根据设计要求，对目标视点定点和分析；
- 2.搭建报告厅模型，通过Python脚本结合GH分析；
- 3.程序自动将座位按视线优劣进行分类，并标注编号。

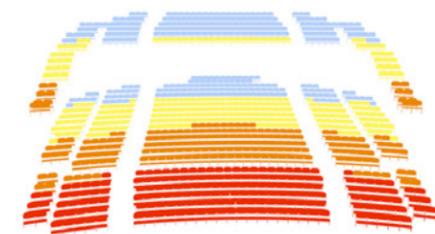


图11 上博东馆500报告厅视线分析示意

施工工序方面，通过方案阶段对中央钢屋盖主体的施工模拟，可以有效确定施工卸载工序，对后期施工进行指导，以及辅助吊装支撑的设计。

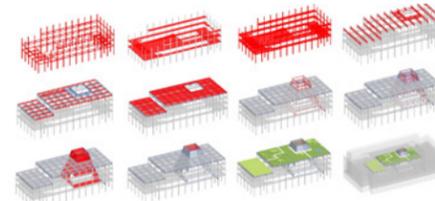


图12 中央钢屋盖主体施工模拟示意

施工图设计阶段

BIM时间节点制定需要配合设计节点，重点关注设计50%施工图和100%施工图两个时间节点，可以将地下、地上划分开，按照不同的时间进度推进工作。



图13 主体施工图设计阶段 workflow



图14 施工图设计阶段主要时间节点安排

设计阶段BIM协同专业包括：建筑、结构、机电、幕墙。BIM模型的建模深度根据博物馆项目的自身情况并且结合了BIMFORUM深度标准编制了《上博东馆设计阶段BIM模型标准》用于指导BIM工作的开展。借助于项目组以往项目的经验，BIM的精度要求要与不同阶段的深度要求匹配，制定对应阶段的模型实施标准。

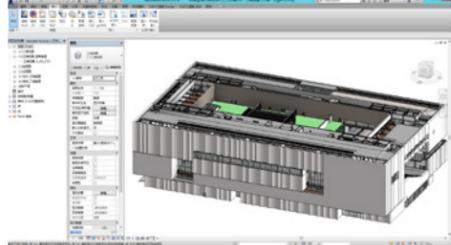


图15 施工图阶段上博东馆建筑专业模型

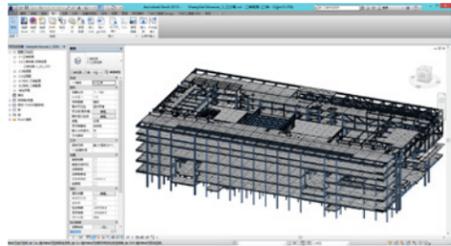


图16 施工图阶段上博东馆结构专业模型



图17 施工图阶段上博东馆机电专业模型

通过对上博东馆项目的梳理和总结，项目组发现一层的夹层、设备机房、展厅、报告厅以及

约束屈服支撑、建筑门窗的位置、机械车位、坡道、等都是最容易出问题的区域。

建筑、结构BIM模型合模主要梳理的是平面图上很难发现的空间问题，一方面梳理建筑自身的设计在空间上是否存在问题，另一方面梳理结构能否满足建筑对造型、空间、功能的要求。

当然最重要的还是复核设计满足规范以及业主对于建筑使用的相关要求，上博项目中在设计后期对模型整体进行合规的综合检测，从三维拍图的角度，不仅仅解决的是几何形体的碰撞，更注重各项规范指标是否满足。

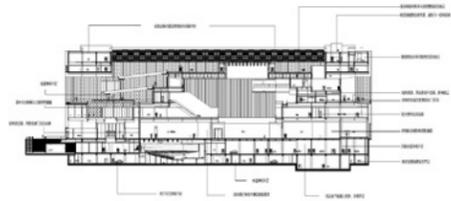


图18-1 上博东馆施工图阶段部分碰撞案例示意

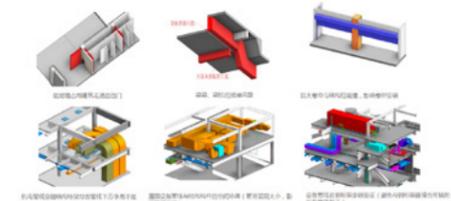


图18-2 上博东馆施工图阶段部分碰撞案例示意

机电的管综过程中，管线避让原则，垂直面管线排布原则等，都需要明确出来。管线综合人员需要严格按照这个标准并结合自己实际的设计或者施工经验对管线进行优化排布。

在管线综合的基础上，可以分析得出各区域的管底净高状态，结合业主对使用功能的要求，验证净高是否能够满足业主主要求。



图19 上博东馆部分BIM管综示意

设计后阶段

在本项目施工图后，由于还有BIM相关的新型应用探索，项目组总结为设计后阶段的BIM应用。主要针对BIM模型质量综合控制、BIM模型合规控制、3D打印、5D辅助量与复核、BIM三维漫游等方面进行了相关的应用研究。

BIM模型质量综合控制-为了全面的把控上博BIM模型质量，项目组内部根据近几年的项目积累，编写了《BIM模型审核要点》，另外为了更好的稽核问题，项目组将BIM模型审核要点进行了转译，通过计算机智能稽核，协助BIM项目经理或者专业负责人进行BIM模型质量的把控，进而提高模型稽核的效率和精确率。



图20 审核要点

- 1.针对BIM模型质量的控制，主要转译了两大部分内容：
 - a.《BIM模型建模质量校验规则（机电）》；
 - b.《BIM模型建模质量校验规则（土建）》。

2.建筑专业从以下几个方面转译：墙体、幕墙、门窗、楼板等。

3.结构专业从以下几个方面转译：外立面、坡道、楼电梯、自动扶梯、集水井等。

4.机电专业从以下几个方面转译：单专业碰撞、管井、预留洞、坡道、楼梯间、净高等。

在设计后阶段的BIM模型质量管控上主要对上博地下室管线-结构梁进行综合验证、设备管线综合验证、管线穿梁合理性验证以及对机电与建筑门窗的综合验证。



图21 BIM模型质量综合检测规则

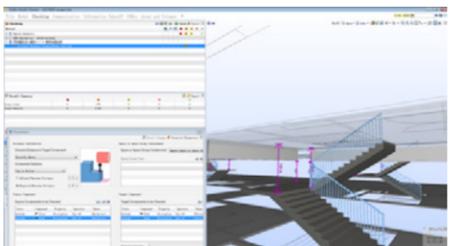


图22 上博地下室梁下净高验证

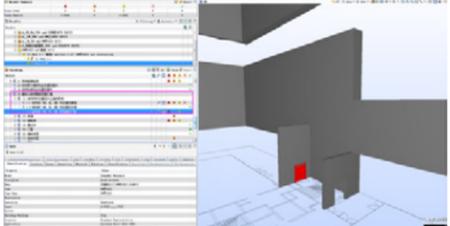


图23 上博地上门窗洞口安装验证

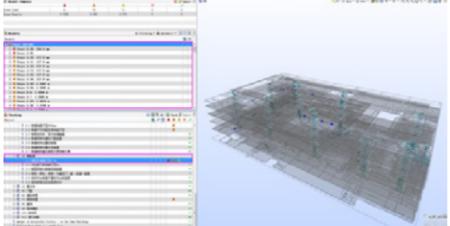


图24 上博地上楼梯间净高验证

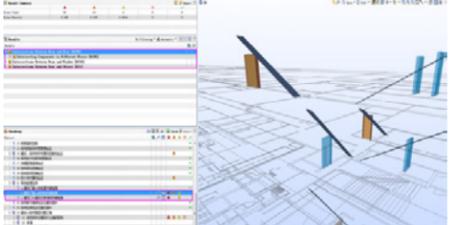


图25 上博结构约束屈服支撑和门窗综合验证

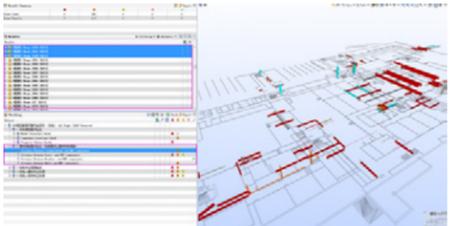


图26 上博地上室机电管线与结构梁综合验证

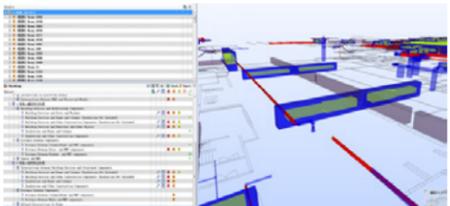


图27 上博地下室机电管线穿梁合理性验证

BIM合规检测应用上，做了进一步的应用研究，总结得出有三大方面的研究背景与目的：

- 1.加强扩初阶段BIM辅助服务；
- 2.深化BIM辅助服务；
- 3.设计过程中协助设计人员，对模型是否符合相应的规范进行全面检查（贯穿整个设计过程）；对于专业负责人而言，亦可以为其校对提供辅助手段。

整个合规检测的流程总结大致分为6大步骤。即需求的提取，规则转译，验证执行，协同交流，最终根据相关验证结果进行修改调整。

项目组在合规检测方面主要对以下规范进行了转译研究和项目应用。

1.民用建筑设计通则

针对民用建筑设计通则第六章的转译，主要涉及建筑物室内净高、台阶相关规定。建筑楼梯净高、电梯的相关规则要求等方面进行了转译工作。

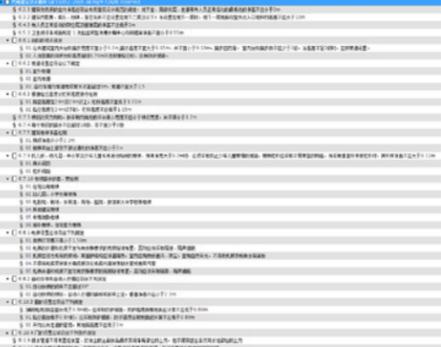


图28 民用建筑设计通则转译（部分）

2.无障碍设计规范

主要对无障碍出入口、无障碍通道的宽度和坡度、候梯厅的净高、无障碍卫生间的建筑规则要求、公共浴室的无障碍要求以及无障碍客房等方面进行了转译。

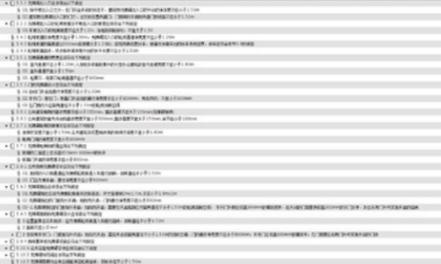


图29 无障碍设计规范转译（部分）

3.建筑设计防火规范

防火规范中，主要就防火分区的面积、商业类安全疏散的距离、疏散门的布置要求、公共场所安全出口的宽度要求等方面进行了规范的转译工作。



图30 建筑设计防火规范转译（部分）

在本项目中，主要对建筑消防疏散部分展厅进行了疏散合规检测。本工程内部全部设置自动喷水灭火系统，疏散距离增加25%。展厅及公共大空间区域内任一点双向疏散时至楼梯的最大距离不超过37.5m。

在设计阶段，对大展厅、接待服务大厅、文创大展示厅进行了疏散合规验证。

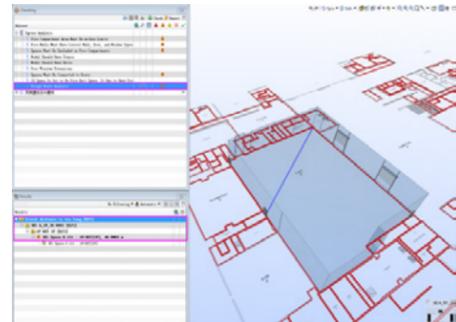


图31 大展厅疏散分析

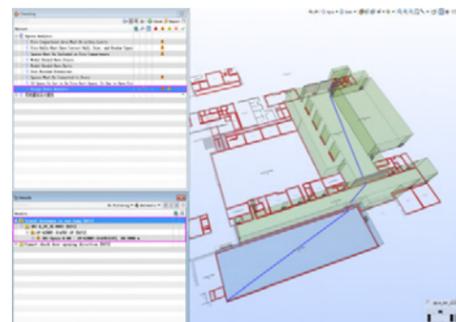


图32 国际绘画厅疏散分析

3D打印技术在上博东馆也进行了探索性应用。不同于传统的建筑设计理念，通过使用3D打印建筑模型，能够更加直观的向用户展示建筑的全貌，同时相较于传统的建材制造手段，3D打印具有节约成本和周期，易于实现复杂结构且较为环保等优点。

在项目组设计过程中，业主希望BIM模型能够同时展示外立面及内部复杂结构。最终决定外层建筑表皮通过立体光固化技术同时加以抛光后处理实现透明效果，内部复杂结构通过激光粉末烧结技术实现。

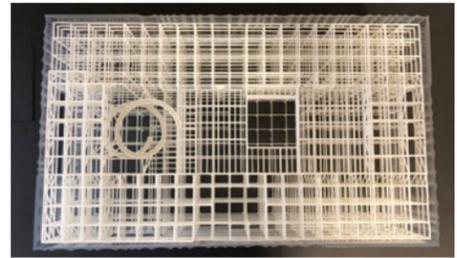


图33 上海博物馆3D打印模型

BIM工程量统计-在目前基于BIM辅助计量上，项目组总结得出5大步骤：

1. 族类型命名规则统一。规范族类型的目的：为后续构件的筛选和处理打下基础，族类型命名的关键字就是筛选的条件。
2. 清单代码、项目特征映射：1) 根据关键字明细表制定映射规则；2) 按照族类型名称选择项目名称；3) 多行参数输入项目特征；4) 清单表格输出；5) 算量模型构成；6) 算量信息赋予相关构件。
3. 构件批量扣减。1) Autodesk Revit默认剪切顺序：板—墙---柱---梁...；2) 市场上，第三方插件可以实现剪切顺序的调整，但仅限于大类之间，且不包括常规模型、板边缘等构件；3) 通过Dynamo编程，可以突破类的限制，按照族名称和族类型名称，灵活地剪切。目前，结构构件细分为27种。
4. 钢构件批量切割。
5. 清单表格后处理。将Autodesk Revit清单明细表整理为符合规范要求的清单表格。

梁杆件截面	图示	表达方式	示例	备注
矩形		b*h	200*400	
圆形		D或φ	D600	
H型		Hh*b*hw*f	H400*200*8*12	
矩形		[]h*b*hw*f	[]400*200*10*12 []400*10	
圆管		φd*t	φ400*12	

H形截面 不等高		Hh1/h*b*hw*f	H600*400*200*8*12	
矩形截面 不等高		[]h1/h*b*hw*f	[]600*400*200*8*12	
矩形截面 竖向加腋		B*H_Yc1*c2	400*600_Y500*200	下方再加腋，下方再加腋，上方再加腋选项为实例参数。
矩形截面 单边水平加腋		B*H_PYc1*c2	400*600_PY500*200	单侧加腋，双侧加腋选项为实例参数。
矩形截面 等截面高位		B*H_DC c (e. a)	400*600_DC300(600,45)	下方加腋，上方再加腋选项为实例参数。

图34 族命名规则统一

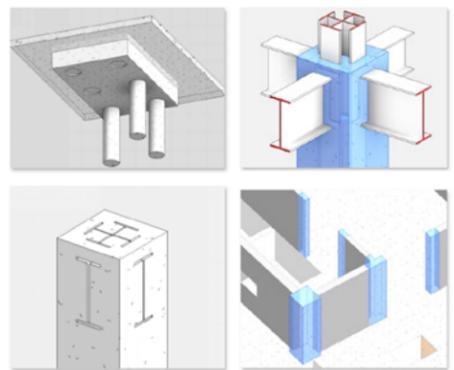


图35 建筑构件批量切割

上博东馆主要对地上钢结构部分构件进行了三维工程量统计和清单后处理。

BIM三维漫游方面，通过BIM三维漫游展示，给业主带来沉浸式的体验，便于及时了解室外大环境布置、室内构造，第一时间了解设计意图。通过虚拟仿真漫游也是展现建筑物使用功能及表达设计理念的很好的方式，能够为人们展现建筑物真实、自然的一面。

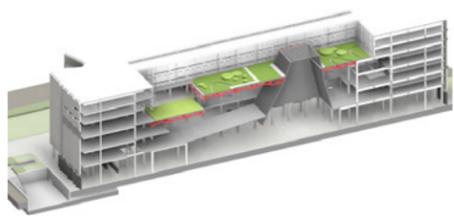
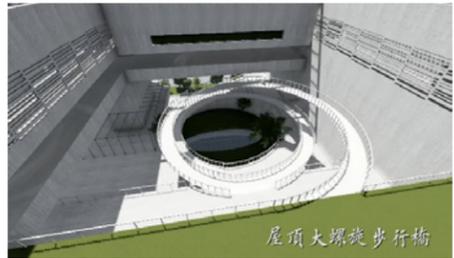


图36 上博东馆BIM交互式漫游示例

协同管理平台-随着近几年工程领域正在朝着数字化、可视化方向迈进。因此，传统的项目管理方式已慢慢不再适应新型的生产方式，协同管理平台由此也逐步被市场所需求。

部门内部根据近几年的项目积累，结合集团内外项目经验，整合开发了协同管理平台，有效提高了集团内部以及对外项目的协同管理水平。



图37 TJAD项目管理平台主页面

上博东馆项目组通过Autodesk Revit系列软件进行全专业模型搭建，充分利用BIM的优势，结合项目自身特点和技术要求，进行BIM系列工具组合作战，定制个性化的BIM专项应用 workflow。在设计层面，将BIM技术很好的融合，也为常规项目在设计阶段的BIM应用提供了比较好的思路。

—张东升
BIM中心副主任
上海建筑数字建造工程技术研究中心
同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司



图38 网页在线浏览Autodesk Naviswork视点

主要在四大方向做了开发突破：文档管理、协作管理、成员管理、在线浏览等。

文档管理主要着眼于资料上传、文件下发、问题批注、权限控制；协作管理主要功能有问题解决的实时协调、设计变更管理、BIM问题闭环追踪等；成员管理主要有架构的管控、人员分工界面的划分；同时也支持模型的线上实时轻量化浏览、属性查看、模型审核批注等。

总结

1. BIM在方案阶段应用，在不同类型的项目中应结合自身要求，有的放矢的去将BIM工具应用到方案设计中，进而最大程度发挥BIM的价值。
2. 博物馆之类的公建项目BIM阶段应用主要在于复杂空间的梳理，特别是管综时，由于空间复杂，净高要求高，应充分利用梁腔空间，结合相关规范要求和施工需要合理进行综合。
3. 3D打印技术近几年也逐渐成熟，项目组主要注重三个方面的工作：前期数据处理、3D快速成型、后期抛光或喷漆。
4. 基于BIM的合规检测技术将随着三维正向设计的逐步推广和尝试。合规检查将是必须经历的一个环节，也将为未来三维审图做好前瞻性探索工作。
5. 基于BIM的工程量统计方面，只要构件族库（命名）完善、构件尺寸精确、构件细节完整、切割关系等比较明确以及构件与清单代码的映射完整。从BIM模型里提出的量还是相对比较准确，特别是钢构件，对于甲方也有一定参考意义。
6. 项目协同管理平台具有降低沟通成本、有效的流程追踪、便捷的模型查看方式等优点，未来将有比较好的发展潜力。

公司名称
同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司

项目地址
中国，上海

应用软件
Autodesk® Revit®

开创BIM运维新篇章

同济设计院集团大楼BIM运维管理应用

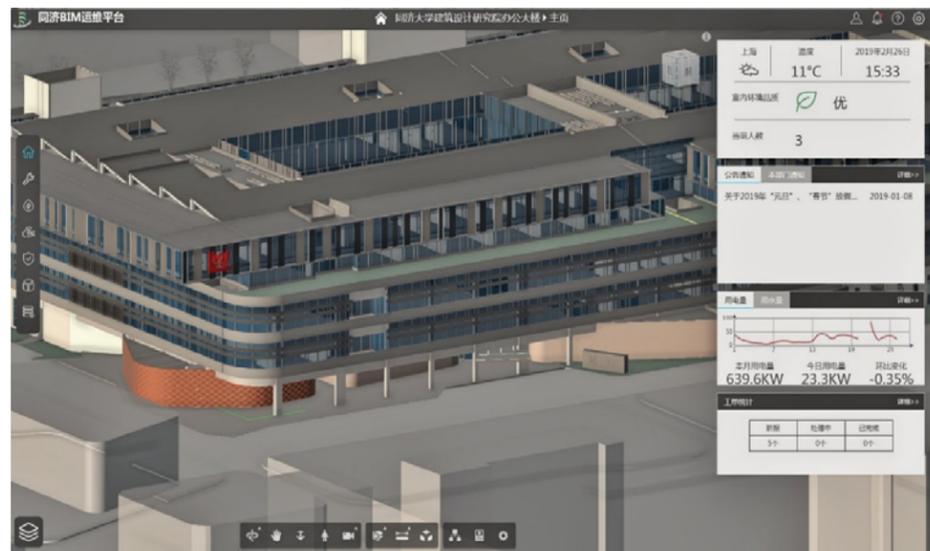


图1 同济BIM运维平台主页

BIM在国内的兴起是从设计行业开始，逐渐扩展到施工阶段。究其原因，无非是设计领域离BIM的源头——BIM模型最近，BIM建模软件较易上手，建模也相对简单；到施工阶段发现则发现实际落地很难，涉及领域更广，协同配合难度也更大；进一步延伸到运维阶段的BIM应用体现得就更明显，实施困难更大，因为运维阶段往往周期更长，涉及参与方更多更杂，国内外现存可借鉴经验更少。

BIM技术与建筑运维管理结合，挖掘BIM技术在建筑全生命周期内的深层价值是BIM行业从业者的必经之路。

—刘建
数字中心·BIM总监
同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司

同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司

同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司（以下简称TJAD）的前身是成立于1958年的同济大学建筑设计研究院，是全国知名的集团化管理的特大型甲级设计单位。持有国家建设部颁发的建筑、市政、桥梁、公路、岩土、地质、风景园林、环境污染防治、人防、文物保护等多项设计资质及国家计委颁发的工程咨询证书，是目前国内设计资质覆盖面最广的设计单位之一。

依托百年学府同济大学的深厚底蕴，经过半个多世纪的积累和进取，TJAD拥有了深厚的工程设计实力和强大的技术咨询能力。在全国各地、非洲、南美有近万个工程案例，如：上海中心、钓鱼台国宾馆芳菲苑、2008奥运会乒乓球馆、援非盟会议中心、井冈山革命博物馆新馆、上海新天地广场、2010上海世博会主题馆、上海国际旅游度假区、上海自然博物馆、上海交响乐团音乐厅、米兰世博会中国企业联合馆、古巴哈瓦那酒店、加纳共和国塞康迪体育场、特立尼达及多巴哥共和国国家艺术中心、苏通长江公路大桥、上海A5（嘉金）高速公路工程

TJAD汇聚了三千多名优秀的工程技术人才，为客户提供一流的工程咨询服务，通过我们的卓越能力推动城市的发展、建立美好的生活。

我们深知是客户的信任使TJAD获得了发展的机会，同时我们不会忘记我们的职责，TJAD将一如既往的承担起企业的社会责任，为行业的发展和社会的进步不懈努力。

一、项目概况

同济设计院集团大楼运维管理项目依托于同济设计院自身办公大楼为主体，开发自有BIM运维管理平台。BIM运维管理平台实现基于三维动态建筑数据（BIM）的智能化建筑运营管理。将智能化、机电、物业管理、能源管理、对外展示等多种角度的系统及管理需求进行一体化整合，使多系统在同一平台进行呈现，达到提升管理效率、减少管理开支、降低管理风险的效果。通过对BIM运维服务的研究，弥补BIM全周期服务最后的一环空白，培养团队全套服务能力，实现BIM全生命周期服务。

目前运维管理平台已正式接入集团办公大楼进行试用，完成数字中心坡道办公室内多项硬件系统连接，如：暖通空调、智能照明、安防监控系统、环境监测、人流统计、能耗监测等。

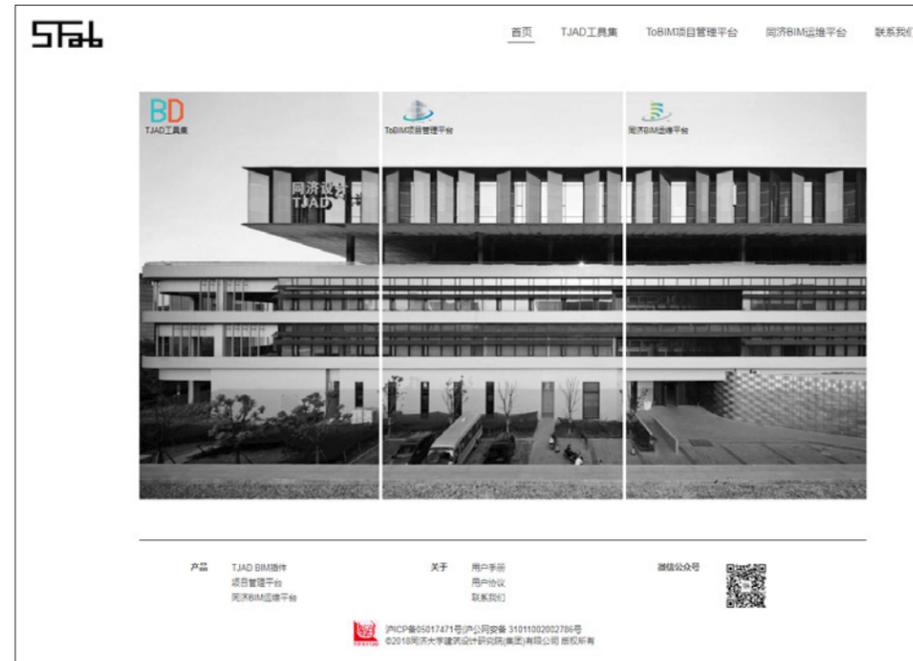


图2 同济BIM运维平台登录入口

同济BIM运维平台考虑不同使用者的差异性需求，通过不同功能模块及终端来满足不同的应用场景的使用需要。如：决策层、管理层、执行层、访客层。在此基础上共设置六大功能模块：设备管理、能源管理、智能化管理、安全管理、空间管理、资料管理。

同济设计院集团大楼运维管理项目荣获2018年中勘协“创新杯”BIM设计大赛-云与移动互联网类BIM应用一等奖。BIM运维管理平台已获得国家版权局发布的软件著作权。

二、功能模块介绍

(一)设备管理

设备管理模块，通过BIM模型将楼宇内的设施设备几何信息、固有信息和运行信息集成进一个系统内，通过平台进行设备的查看信息、维修保养、处理故障等，将各个操作统一到一个模块中，极大提高工作效率，辅助管理人员决策。



图3 设备浏览

(1) 设备浏览：提供楼宇内所有设施设备的三维模型浏览和数据查看功能，可以根据系统和设备类型染色或显隐，也能查找设备然后在三维模型中切换显示该设备。设备浏览是其他功能模块三维显示的基础。

(2) 维修保养：以工单的形式管理楼宇内的维修和保养工作，可以直观展示目前待完成的工作。制定保养计划后，根据计划定时自动产生

保养工单，保证按时保养设备。通过存储维保的历史记录，帮助生成设备台账，清晰展示设备安装后的运行情况。

(3) 故障告警：使用物联网技术将设备连接到平台中，可以设置设备的告警阈值，当监测运行时数值超过上下限阈值的时候，系统及时推送故障告警信息给管理人员，提醒运维人员查看处理。

(4) 物联网：用于查看楼宇内所有可以连接设备的运行状态。

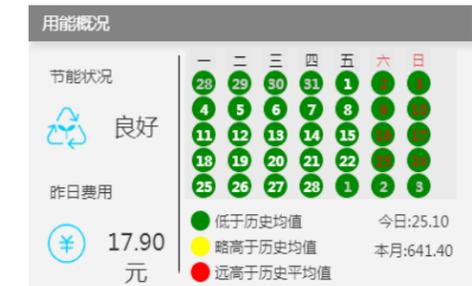


图5 用能概况统计

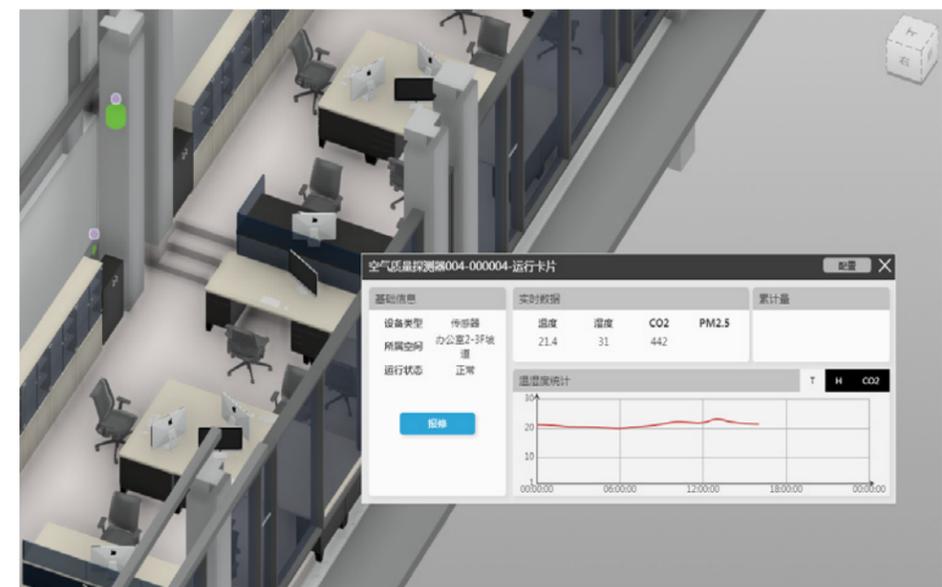


图4 传感器数据实时读取

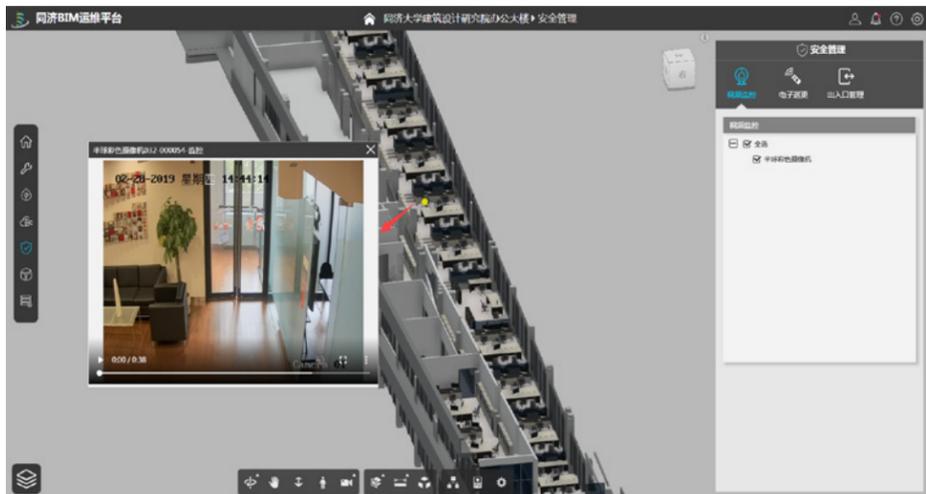


图6 视频监控

(二) 能源管理

能源管理模块应用物联网技术将建筑中的能源计量表统一接入平台数据库，在建筑运营过程中，通过数据分析，合理计划和利用能源，达到节能增效的目的。

(四) 安全管理

应用物联网技术将建筑中的安全设备统一接入平台数据库，通过可视化三维模型显示控制的设备运行状况与历史数据。

(三) 智能控制

应用物联网技术将建筑中的传感器和控制设备统一接入平台数据库，通过可视化三维模型显示控制的设备以及区域状态，并能根据情景自动控制设备，实现不同系统间数据互通，消除原有智能建筑内的信息孤岛现象。

(五) 空间管理

应用BIM可视化技术三维管理、展示各个空间，并提供租赁和会务管理。

(1) 空间浏览：在BIM模型界面上实时显示空间信息。点击空间可在BIM模型中高亮显示此空间，并显示相关数据，包括：建筑空间类型、位置、面积、所属部门及使用率等。

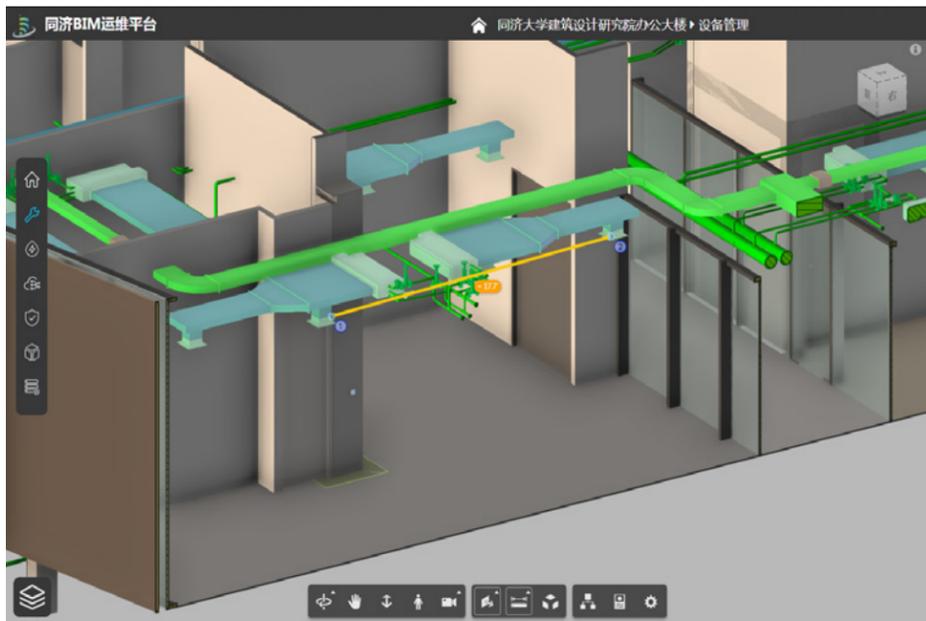


图7 Autodesk软件自带功能-模型剖切及测量

(2) 会务管理：将楼宇内会议室进行集中管理，统一展示会议室空闲状况，方便用户寻找空闲会议室预定，提高会议室使用效率。会议预定可与空调控制联动，会议开始前半小时预热/预冷会议室。

(3) 租赁管理：将楼宇内租赁区域进行集中管理，管理方可查看所有区域的租赁状况，并可联动能源管理模块，定时自动抄表、计算费用账单发送给租赁方。

(六) 资料管理

资料管理模块，用于管理运维过程中的文档和公告。

(1) 文档管理：管理建筑物内运维过程中所产生的文档、图片、图纸、模型等资料，可根据运维团队组织架构对文件夹的架构、权限的进行自定义设置。并可将文件以附件的形式与模型中的构件关联，形成运维知识库体系，在后续流程管理过程中自动弹出相应提醒，辅助管理者规范化流程。

(2) 公告管理：公告管理模块用于发布重要通告，发布方可自由设置公告通知的范围，实现定向手机推送，避免消息滞后。

三、BIM技术点应用

(一) 模型轻量化

为确保运维平台在不同平台内流畅运行，其重点在于对模型的轻量化。模型轻量化显示的核心是三维引擎，它的优劣直接影响运维平台最终效果、安全性、优化程度、开发速度、友好度及灵活等各方面测评，本平台最终选取Autodesk forge进行BIM模型渲染。

Autodesk公司在WebGL基础上开发了一组强大的Web服务API，可用于在网页端渲染Autodesk Revit、Autodesk 3ds Max等软件创建的BIM模型，降低了对模型预处理难度，只需要浏览器就能分享，查看模型，进行协作，随时，随地，任何设备，而且通过流式加载，漫游优化以支持超大模型。此技术涵盖CAD行业几乎所有三维数据格式，真正打通了三维数据集成的瓶颈。除了三维模型的浏览，漫游，测量，丰富剖切功能。



图8 Autodesk软件自带功能-构件分级浏览

(二) 数据传递

同济运维平台可无缝传递BIM模型内所有参数，通过整合不同来源信息，进行整合应用。并且采用Autodesk Revit内构件的全球唯一标识（GUID），将构件的几何信息与其他非几何信息整合，实现设计、施工、运维不同阶段的信息无缝传递。



图9 Autodesk Revit内BIM模型信息添加

(三) 数据集成

在BIM运维系统实施过程中，最大的难点在于如何集成建筑物内的弱电系统。而当前弱电市

场具有品牌繁多，水平层次不齐的问题。而且各大弱电系统割裂，难以产生融合价值。

通过梳理市面常见弱电系统功能及架构，针对常见品牌数据交换形式，平台制定不同通信协议的整体解决方案。因此，系统具有非常高的扩展性，除上文提到的功能外，还可以接入更多的系统和功能，帮助管理人员对建筑进行更为精细化的管理。

四、结语

对运维管理项目而言，BIM技术的应用仍处于初级阶段，继续深层挖掘BIM技术潜力，结合原有传统运维体系，才能达到企业的降本增效。此外，不同建筑类型又具有多元化需求，住宅、商业、办公、学校、医院等不同细分领域横向扩张，针对不同建筑类型的不同需求，结合建筑主营业务需求，定向开发，发挥BIM技术可视化、集成化、数字化、拓展性的优势才是BIM运维的必由之路。

对于建筑项目来讲，从建筑投入建设到后期持续运营的整体生命周期中（>50年），建造费用占总投入仅20%，后期运营费用则高达80%。但当前BIM技术在设计与建造阶段有了广泛应用，却往往止步于运维，导致大量竣工模型被弃用。

同济BIM运维平台借助Autodesk forge优异的渲染性能以及良好的拓展性，以BIM模型为载体，关联了资产、设施、设备、资料等信息，以围绕运维阶段的需要，实现基于三维动态建筑数据的资产与设施设备管理。

—孙亦尧
数字中心·BIM设计师
同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司

公司名称
中国建筑第八工程局有限公司

项目地址
马来西亚，吉隆坡

应用软件
Autodesk® Revit® Architecture
Autodesk® Revit® Structure
Autodesk® Revit® MEP
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® AutoCAD®
Autodesk® BIM 360™

我们很高兴看到在CSCEC的管理下，即使是工人也能够使用BIM，这对于整个项目建设过程的控制有着非常激动人心的促进作用。我们一直以来看到中方整个施工过程中，都结合模型来阐述观点并描述施工方案，这是一种非常好的、亲近工人的传达方法。同时基于模型的深化设计与工厂化加工，较好的避免了材料浪费，节省了工期。非常荣幸能看到中方愿意在项目建设中大胆使用全新的、高科技的技术与方法。

—Roland Suckling
项目经理
MULIA集团

吉隆坡Exchange 106项目 BIM技术应用



图1 吉隆坡Exchange106项目

中国建筑第八工程局有限公司

中国建筑第八工程局有限公司（以下简称中建八局）是世界500强企业——中国建筑股份有限公司的全资子公司，始建于1952年，企业发展经历了工改兵、兵改工的过程，1966年奉中央军委和国务院命令整编为基建工程兵部队，1983年整体改编为企业，总部现位于上海市。

中建八局是国家住建部颁发的新房屋建筑工程施工总承包特级资质企业，主要经营业务包括房建总承包、基础设施、工业安装、投资开发和工程设计等，下设20多个分支机构，经营区域国内遍及长三角、珠三角、京津环渤海湾、中部、西北、西南等区域，海外经营区域主要在非洲、中东、中亚、东南亚等地。近年来主要经济指标实现快速增长，综合实力位居国内同级次建筑企业前列，是国内最具竞争力和成长性的建筑企业之一。

中建八局建立了博士后科研工作站和省级技术中心，积聚了雄厚的科技优势，被评为“全国建筑业科技进步与技术创新先进企业”。截止2012年底，共获国家科技进步奖6项，省部级科技进步奖254项；拥有专利357项（发明专利57项）；编制国家级工法30项、省部级工法357项。

中建八局现有员工2万多人，其中拥有享受国务院特殊津贴专家、教授级高工、鲁班传人、高级职称等专家人才1700多名；英国皇家特许建造师、国际杰出项目经理、国家注册壹级建造师、注册结构工程师、注册建筑师、全国优秀项目经理等高端人才1600多名；局领导班子荣获“全国国有企业创建四好领导班子先进集体”。

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

“铸造精品、美誉全球”是中建八局的不懈追求。截至2012年底，累计创鲁班奖91项、国家优质工程奖76项、詹天佑土木工程大奖10项、省部级优质工程奖1497项；有4项工程荣获新中国成立60周年“百项经典暨精品工程”；“鲁班奖”总量在同级次建筑企业中名列前茅，是“创鲁班奖工程特别荣誉企业”。



图2 吉隆坡Exchange106 项目

一、项目概况

吉隆坡Exchange 106项目位于马来西亚首都吉隆坡市TRX国际金融中心地块，与马来西亚国家地标吉隆坡双子塔、吉隆坡电视塔遥遥相望。

项目建筑面积约40万平方米，地下深19米，地上452米，是目前中资企业在海外承建的最高建筑，建成后也将成为马来西亚第一高楼。

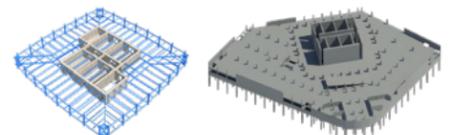


图1.1吉隆坡Exchange106项目效果图、基础、伸臂桁架

项目采用筏板基础，地下室共4层，为混凝土框架核心筒结构；裙楼为框架结构；塔楼共98层，为钢框架混凝土核心筒结构，L47、L86为伸臂桁架层，单层面积3,160至2,600平米；裙楼为钢框架结构。

整个建设过程中，吉隆坡Exchange106项目先后荣获了龙图杯三等奖，2018年第九届“创新杯”建筑信息模型（BIM）应用大赛一等奖，欧特克AEC大赛二等奖，香港型建国际BIM大赛一等奖。

二、BIM设计总包模式及实施策略

吉隆坡Exchange 106项目结构设计由总承包方完成，设计与施工紧密穿插，协调难度大；塔楼高度达452.066米，结构形式复杂；大量使用钢结构，节点深化设计复杂；跨国物料运输难度大；项目参与方众多，来自不同国家，难以沟通；工期节点紧张，要求31个月整体竣工交付；工程地处市中心，周边情况复杂，跨国项目安全管理更是重中之重。

针对工期紧张、管理难度大等问题，为良好的塑造中建八局在国际上的形象，项目组形成了“以工期管理为主线，资源整合为保障，商务管理为核心，BIM技术为支撑，设计管理为引领”的管理模式。在项目设计、施工、总承包管理过程中进行了大量的BIM技术应用，获得了较好的管理和设计经验与价值。

(一) 基于BIM技术的设计协同管理平台部署
吉隆坡Exchange106项目实施过程中，以欧特克系列软件为主，包括Autodesk Revit、Autodesk Navisworks、Autodesk 360、Autodesk Advance Steel、Autodesk Robot Structural Analysis Professional等，建立了全专业BIM模型。运用Autodesk BIM 360 Field 改变了施工现场的质量，安全管理流程，施工过程文档管理。基于WEB界面，可以无需安装，利用任何设备随时访问；实施查看项目数据及集仪表；项目管理人员在平台上实现实时沟通，实时报告施工活动。

(二) BIM项目标准
针对项目具体情况，制定设计阶段BIM实施标准，包含BIM相关文件、族库命名标准、模型深度标准、资源库标准、交付成果标准、表达方式标准等，并在项目推进过程中，阶段性检查标准执行情况，并对设计阶段BIM模型实施合规性监督、审核与管理。

(三) BIM设计人员部署
项目设计团队成员约16人（设计师采用BIM技术），在全生命建设周期内，成功完成全专业全流程的设计与管理。其中包括了建筑专业2人，结构专业4人，钢结构专业6人，暖通专业2人，电气专业2人。

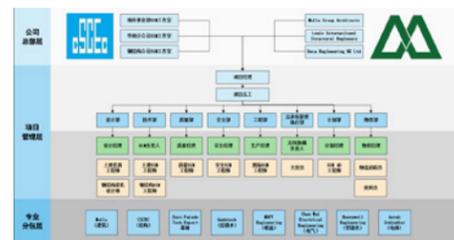


图2.1 项目组织架构

三、BIM技术点应用

(一) BIM在设计上的应用：

1. BIM与数字模拟

在项目设计阶段，针对大体积混凝土水化热及体积变形问题，基于有限元分析软件，依照温度场仿真模拟应力发展，找到了临界点，向设计方提出优化建议：G60变更为G50，有效

控制了水化热，预防了大体积混凝土裂缝的发生，减少了施工过程控温措施投入费用，创造了235万人民币的设计优化效益。

进行温度场方针模拟的系统性实施流程如下：
①大体积混凝土水化热体积变形问题 → ②有限元分析软件模拟应力发展 → ③获取临界点 → ④提出设计变更 → ⑤方案优化。

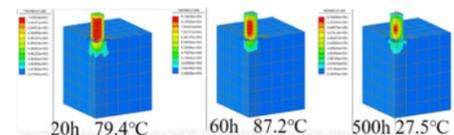


图3.1 基于BIM的数字模拟-G60混凝土应力模拟

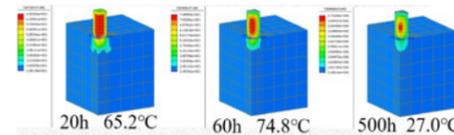


图3.2 基于BIM的数字模拟-G50混凝土应力模拟

2. BIM+受力分析

施工过程中，项目对结构特殊部位进行了专门的受力计算，在施工转换层时，通过有限元分析，就结构薄弱部位提出了设计加固及施工措施保证，减少了结构裂缝的产生，确保了结构施工安全。

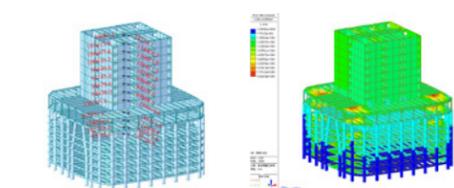


图3.3a 结构模型

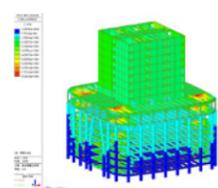


图3.3b 整体Z向变形

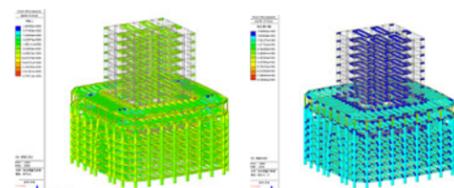


图3.3c 梁单元应力

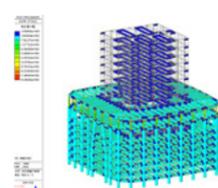


图3.3d 结构弯矩

图3.3 结构特殊部位受力计算

在施工塔冠钢结构时，项目应用有限元分析软件计算钢结构稳定性，发现在正常施工工况下，塔冠倒挂钢框架将产生不稳定状态，提出了在施工过程增加水平向支撑梁的建议，得到了设计方的大力支持。增加第一道水平支撑后，结构变形值为11.85mm，增加第二道水平支撑后，变形控制为12.59mm，通过加设两道临时水平支撑，保证了施工全过程的结构稳定性。

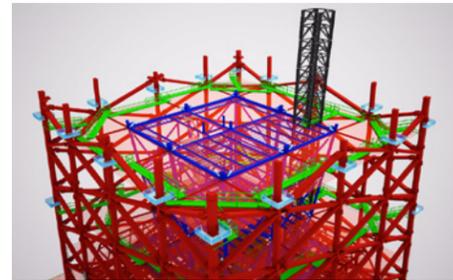


图3.4 临时水平支撑

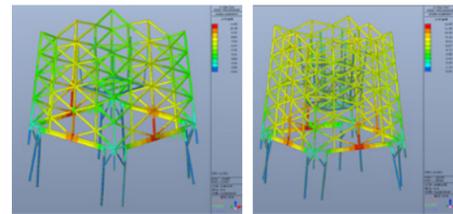


图3.5加第一道水平支撑

图3.6加第二道水平支撑

3. BIM+深化设计

项目通过BIM进行优化设计50余项，解决碰撞问题140多处，深化设计出图1186张，总用钢量26200吨。以项目钢结构深化设计为例，整体钢结构采用钢结构详图设计软件进行深化建模，深化后的模型可直接导出构件加工图、料单和施工图纸，指导构件加工生产和现场安装。

进行钢结构深化设计的系统性实施流程如下：
①模型建立 → ②数据导入数控机床 → ③成品运输 → ④现场吊装。

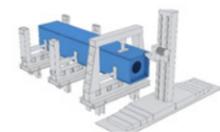


图3.7模型建立



图3.8数据导入数控机床



图3.9成品运输



图3.10现场吊装

(二) BIM在施工上的运用：

1. BIM+交叉施工

核心筒施工采用液压顶升爬模体系施工核心筒，项目建模模拟了爬模的安装、爬升以及拆卸工序，识别出爬模分段爬升过程中产生的危险源，提前预设临边防护。通过基于BIM技术的工况模拟，项目管理人员快速、直观的分析得到爬升作业与核心筒施工流水安排。创造了核心筒平均3天一层，最快2天一层的马来西亚最快施工记录，并保证了安全零事故发生。

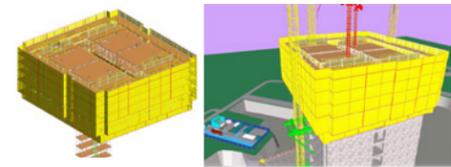


图3.11整体爬模

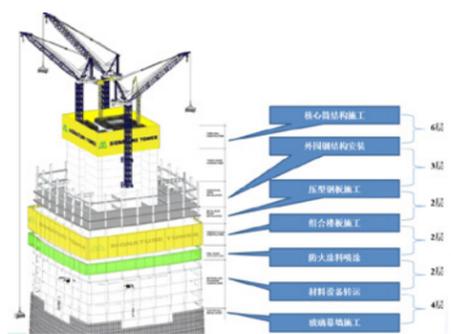


图3.12交叉施工

2. BIM+施工模拟

项目通过BIM建模，模拟了外附式塔吊和爬模爬升的交叉作业流程，制作了相应的动画，以直观的方式展现了塔吊爬升的操作方法，以帮助东南亚籍的外国劳工了解塔吊爬升流程及施工方法。



图3.13爬模爬升塔吊爬升

通过交叉施工的模拟，项目将塔吊爬升和爬模爬升结合，使得两者紧密穿插、流水作业，实现了塔吊爬升与爬模作业的完美契合，确保了“3天一层”这个中国速度的实现。

3. BIM+平面布置

项目利用BIM技术创建场地工作模型，进行平面布置优化。同时，对现场安全危险源进行识别，预先规划临边防护等安全措施，助力项目安全生产。

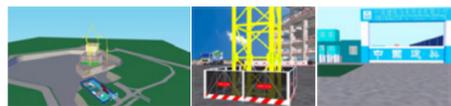


图3.14现场平面布置

进行BIM平面布置系统性实施流程如下：①场地建模 → ②安全策划 → ③漫游检查 → ④布置现场。

4. BIM+垂直运输

对垂直运输进行优化，分段配置施工电梯，往复衔接，提高转运工作效率。另一方面，项目采用Flying Platform吊料平台，将零散材料集成化，在工厂预先装篮，现场直接吊装，大幅提高材料周转效率，节约时间，避免了场地占用和交通拥堵。



图3.15垂直运输



图3.16 Flying Platform吊料平台

5. BIM+碰撞检查

(1) 爬模爬锥与塔吊洞口的碰撞检查

爬升工况的模拟过程中，发现了爬模爬锥碰到洞口的情况，项目针对发生问题的洞口进行了临时填补加固设计，在墙体施工前绑扎钢筋，与主体结构一同浇筑，整体性良好，保证了爬升工作的顺利进行。

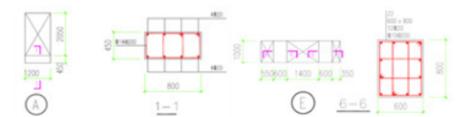


图3.17 加固设计

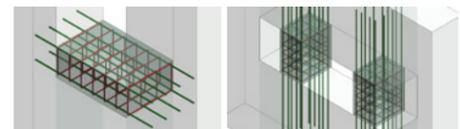


图3.18 碰撞检查

(2) 伸臂桁架层超长锚栓节点预埋安装的碰撞检查

采用BIM模型进行碰撞分析，预判出超长锚栓杆、爬模爬锥、塔吊爬升预埋件与钢筋的碰撞问题。优化了节点钢筋排布，模拟绑扎工序，编写了可视化交底方案。将调整后的示意模型上传至云端平台，现场操作人员直接通过手机即可查看交底方案、进行施工作业。

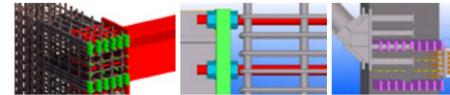


图3.19 调整前

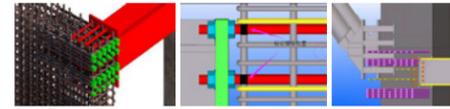


图3.20 调整后

6. BIM+可视化交底

本地工人大多来自于孟加拉、印度尼西亚，语言沟通困难，项目采用三维示意图编制方案，对外籍工人进行交底。对关键工序的施工进行模拟，使现场工人对施工流程有更清晰的认识。

7. BIM+工况模拟

建模分析400米高空塔吊拆除、移位安装工况，合理规划了拆除顺序和拆除堆场，助力项目在28天内完成四次塔吊高空安拆作业。



图3.21a TC4拆除TC6



图3.21b TC5拆除TC4

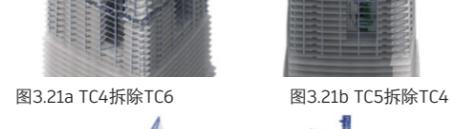


图3.21c TC5移动TC4



图3.21d TC4拆除TC5



图3.21 工况模拟



图3.22 塔吊安装拆解模拟

8. BIM+三维扫描

项目引入三维扫描仪，对各层钢结构构件进行安装后的三维扫描，输出项目钢结构点云数据形成实体模型。从该实体模型中可随时转化、提取、统计数据。随后将点云数据导入BIM模型中对比，分析偏差。输出钢结构整

体点云与模型的对比色带图，直观感受安装偏位，并分析偏差情况。

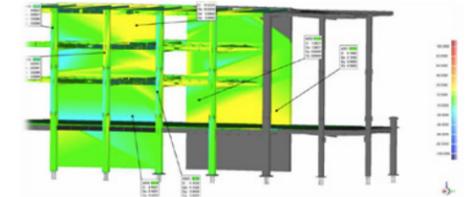


图3.23 三维扫描

(三) BIM在总承包管理上的应用：

1. BIM+集成管理平台

本地工人来自于东南亚不同国家，语言不尽相同，如何行之有效的管是重中之重。对此，项目引进集成管理平台，以英语为纽带，实现了：基于云端搭建轻量化BIM系统，手机等移动端都可使用；导入进度计划，划分成具体的任务推送给劳务队管理人员；进度跟踪、滞后判断；拍照记录现场问题，发起整改协同流程并留存资料；钢结构跨国物料追踪等目标。

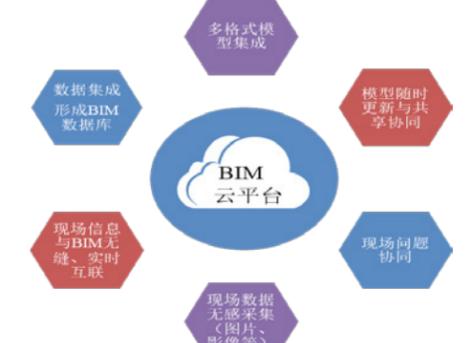


图3.24 BIM云平台



图3.25 实施步骤

(1) 云端BIM协同的数据中心
项目在云端整合专业模型，实时控制错漏碰缺，直接在构件上标注和加标签。

(2) 一键访问BIM数据
全专业面对实时模型，一键访问模型信息，同步获得提醒。

(3) 解决方案，数据互用性
能整合行业内50种以上设计文件格式 Autodesk Revit, Autodesk AutoCAD, Autodesk Civil 3D双向的工作流程。

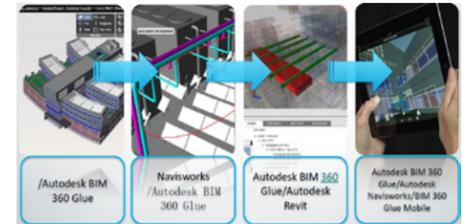


图3.26 BIM 360

运用Autodesk BIM 360 Field进行现场管理，改变了施工现场的质量，安全管理流程，施工过程文档管理。基于WEB界面，可以无需安装，利用任何设备随时访问；实施查看项目数据及仪表盘；项目管理人员在平台上实现实时沟通，实时报告施工活动。



图3.27 访问图纸



图3.28 移动端交流沟通

2. BIM+进度管理

通过平台将进度计划与模型关联，并将具体任务指派，通过模型直观观察区域内施工情况，形成进度分析。

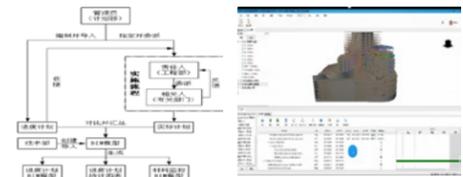


图3.29 进度管理

每周根据进度计划，将已完成、本周完成、下周任务中的构件赋予对应的颜色，供外籍现场操作人员与建设单位、监理单位快速了解下周进度计划。有效提升了项目决策力，加快施工进度，助力项目工期完美履约。

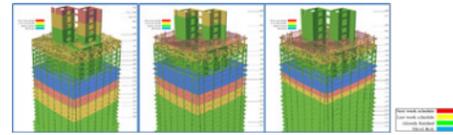


图3.30 对构件按计划赋予颜色

3. BIM与问题协同

借助BIM协同平台，管理人员对现场发现的问题拍照记录发起协同话题推送给相关责任人，相关人员落实整改措施后反馈话题，形成闭合回路。

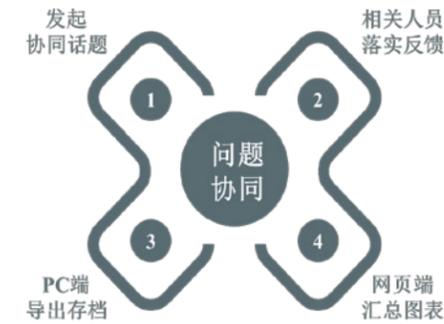


图3.31 问题协同

4. BIM与二维码集成

赋予BIM模型中每一个构件唯一二维码作为桥梁，关联模型BIM构件与实体构件，现场扫码即可查看与BIM构件属性、进度情况、相关图纸等一系列信息，实现无纸化办公。



图3.32 二维码集成



图3.33 扫描二维码获取构件信息

5. BIM与物流管理

通过扫码定位设备或构件在模型中的位置，在设备或构件出厂、运输、进场收货、现场安装、分部分项验收过程中，均可对构件物流信息进行更新，并在平台整体模型中通过不同颜色显示不同物流状态。



图3.34 赋予材料追踪模板

图3.35 选择对应构件生成二维码打印粘贴到实物上

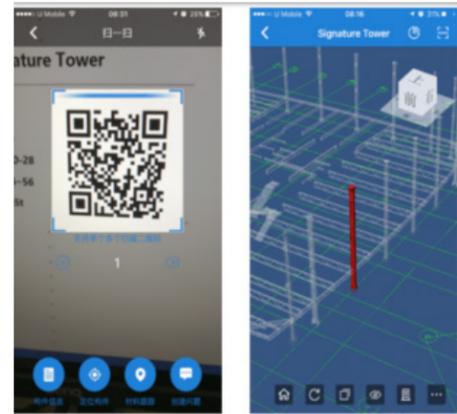


图3.36 现场阶段性扫描二维码，更新构件状态

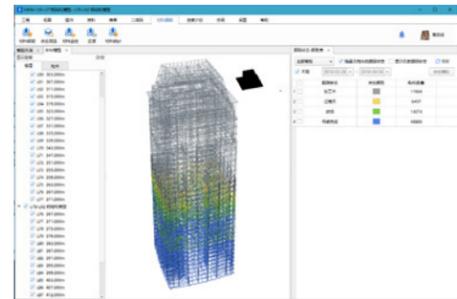


图3.37 汇总到集成系统中可视化显示

进行钢结构物流管理的系统性实施流程如下：
①钢结构BIM建模 → ②生成图纸 → ③发往厂家生产 → ④粘贴二维码 → ⑤运输追踪 → ⑥安装状态更新 → ⑦汇总到集成系统中。

6. BIM与预算管理

通过多重精确化软件算量，提高了工作效率，减少了争议和浪费，使得商务策划和成本控制得到了充分的落实。



图3.38 BIM预算管理

Autodesk Revit 广联达两算对比		
名称	BIM算量	广联达算量
P6层柱	363.81m ³	357m ³
P6层墙	1720.44m ³	1679m ³
P5层梁	1700.56m ³	1664m ³
P5板	1958.66m ³	1857m ³
总量	5743.47m ³	5558m ³

表1 Autodesk Revit 广联达两算对比

四、BIM技术创新拓展

(一) BIM与科技成果

利用BIM软件参数化建模，助力方案、专利撰写。



图4.1 一种安全易用配电箱

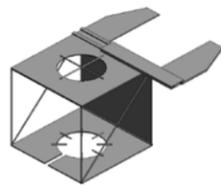


图4.2 一种塔尺扶正装置



图4.3 套管浇筑装置



图4.4 混凝土试块夹取装置

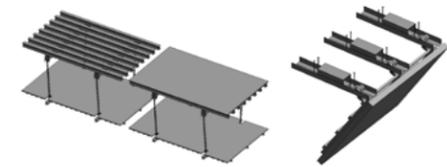


图4.5 一种高空施工下挂平台



图4.6 一种模板移动装置

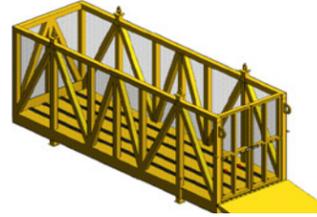


图4.7 一种可拆卸式吊料平台



图4.8 专利证书

(二) BIM与应用效益

1.通过建模分析，将原设计中的G60混凝土改为G50混凝土，有效的控制了水化热，并通过调整配合比，取消了混凝土内的冷却管设计，降低了施工难度，节省了7%的大体积混凝土材料费用。

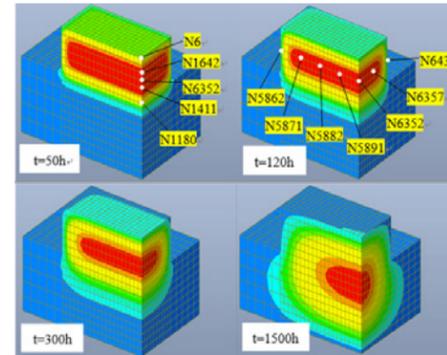


图4.9 有限元分析

2.对伸臂桁架层超长锚杆预埋方案进行建模支持。解决了锚杆与剪力墙钢筋、爬锥、楼板预埋件等的碰撞问题；对爬升式动臂塔吊移位方案进行了工况模拟，解决了大型动臂塔吊高空移位的难题。



图4.10 动臂塔吊高空移位

3.通过爬模爬升工况、垂直运输组织等关键工序的施工模拟，优化了关键线路施工流程，缩短了关键工期45天，同时预判了各工序中的重难点、危险源，提前措施，实现了项目连续安全生产805天。

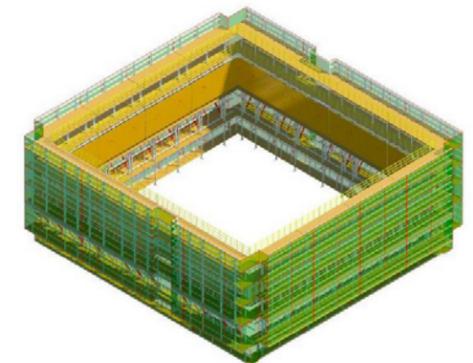


图4.11 爬模

五、结语

对于施工企业而言，在日趋复杂的工程项目管理中，建立项目级BIM协同平台已经是一种较为成熟并能有效增值的工具。单纯的BIM建模时代已经成为过去式，通过协同平台开展的BIM综合运用更能够充分发挥BIM这一信息化管理工具的价值。只有切实成熟结合

单纯为了模型而建模的BIM初级应用阶段已经过去，如何将BIM模型的信息特征最大化发挥、并服务于项目管理是当前阶段BIM运用探索的主要方向。BIM不应被束之高阁，高高在上，而应该深入一线，人人都能参与。要实现这一点，就必须要在快速建模、精确建模、模型轻量化、操作迅捷化上继续不断深化，同时建立起企业级别的专业族库，实现模型共享，减少重复建模，最终减少BIM运用的时间投入，而增加BIM技术的实际产出。

—蒋启诚
BIM工程师
马来西亚标志塔项目

“BIM设计管理 + BIM技术应用 + BIM施工综合管理”才能达到工程项目“又快又好”的目的，并有效提高项目部的管理效率，为建设增值，从而最终实现总承包与业主的双赢。

公司名称

北京市建筑设计研究院有限公司

项目地址

中国，张家口

应用软件

Autodesk® Revit® Architecture

Autodesk® Revit® Structure

Autodesk® Navisworks®

Autodesk® Revit® Dynamo

AutoCAD®

BIM作为目前国内建筑界最受追捧的应用技术之一，正受到越来越多人的关注。对体育建筑来说，其复杂的建筑功能与形态往往会带来多领域的高度复杂性，幕墙系统、屋面系统、结构体系和看台设计等都是工程的重点与难点。面对这一系列复杂系统的设计与实现，采用BIM技术可以提升多专业的工作效率、沟通效率和出图效率，大量节约时间成本。同时可建立精准的三维控制与易于修改的参变体系，准确、直观的优化建筑的空间关系与细部设计，做到数据可控。此外，还强化了设计师在不同设计阶段的把控力，保证了设计概念的延续性。利用BIM技术，我们可以高效、精确地完成设计目标，它有效提升了项目设计与管理水平，具有不可替代的作用。

—刘康宏

体育建筑研究中心 副主任
北京市建筑设计研究院有限公司

张家口奥林匹克体育中心 BIM设计实践

——以体育场设计为例



图1 张家口奥体中心

北京市建筑设计研究院有限公司

北京市建筑设计研究院有限公司（简称BIAD），成立于1949年，是与共和国同龄的大型国有建筑设计咨询机构，是北京市人民政府出资并按照《公司法》设立的国有独资公司，北京市人民政府国有资产监督管理委员会监督管理的一级企业。

BIAD的业务范围包括：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设计、工程概预算编制、弱电工程、装饰工程、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。

BIAD是国家高新技术企业，设立有国家住宅产业化基地，北京市设计创新中心，北京市建筑高效与可再生能源利用工程技术研究中心，北京市信息化建筑设计与建造工程技术研究中心，国家教育部批准的与清华大学共建的国家级工程实践教育中心。

BIAD自成立以来，始终专注建筑设计主业，并和许多国家的著名设计公司保持着良好的合作关系，致力于向社会提供高品质的设计服务，并逐渐形成了“建筑服务社会，设计创造价值”的企业核心理念，在行业中享有极高声誉，铸就了BIAD的设计品牌。

BIAD服务的客户广阔，包含国家和地方各级党政机关和事业单位，国家和地方国有企业，民营企业，外资和合资企业等等，设计的价值体现于客户项目的成功，设计作品遍及全国和世界各地，许多成为国家和所在城市的标志性建筑。

BIAD集中了一大批优秀的建筑师和各个专业的工程师，拥有中国工程院院士1位，国家级勘察设计师9位，国务院特殊津贴专家73位，北京市突出贡献专家12位，北京市百千万人才3位。在4000多名员工中，取得高级职称人员620名，具国家相关执业注册资格人员836人次，拥有博士36名，硕士995名，留学归国人员86名。



图2 2022北京-张家口将承办冬奥会

BIAD在全国各地设有13家分支机构，拥有全资和控股公司14家，参股公司9家，并与清华大学、中央美术学院等国内多家知名大学开展了合作办学工作。中心以其国际化的视角、追求卓越品质的态度，为顾客提供最专业和最优质的服务。

一、设计构思

(1) 项目背景

2022年北京-张家口将联合举办冬季奥林匹克运动会，为张家口带来新的机遇。在冬奥会的带动下，中国冰雪运动将进入一个高速发展时代，未来将有三亿民众参与到冰雪运动中。作为中国最著名的冰雪运动城市，冰雪运动与休闲旅游将成为张家口的城市名片。此次冬奥会张家口将承担雪上比赛项目，同时将激活区域冰雪产业，带动城市发展。山脉连绵、绿色环绕的张家口将成为世界级滑雪胜地。激发城市活力，展示冰雪与激情。

张家口奥体中心一系列冰上场馆的建设也将使张家口成为名副其实的世界冰雪之都。未来的奥体中心，不仅满足申办全冬会、亚冬会、全运会等大型赛事的要求，使张家口市民在家门口就能感受精彩赛事的魅力，还将承办各类文艺演出、会展展示等大型活动，为百姓提供更多参与文化活动的机会。奥体中心是未来城市发展的重要核心，是推动周边区域发展的强大引擎。

本项目共经历方案竞赛阶段、初步设计阶段，目前已经完成施工图设计工作。张家口奥体中心即将全民进入施工阶段。

(2) 设计构思

张家口位于北方重要的地理枢纽与战略要塞，

自古以来都是北方进入中原的重要门户，其三面环山，母亲河清水河自山中流出，一山一水为张家口带来了得天独厚的自然环境与气候特点，奥体中心用地紧邻清水河，十分有利于景观环境的塑造。在张家口奥体中心的设计中，项目组以“冰雪与激情”为主题，顺应张家口自然山水走势，保留张家口“多山”的文脉，奥体中心建筑群形象与方案概念取义雪山、冰川意向。

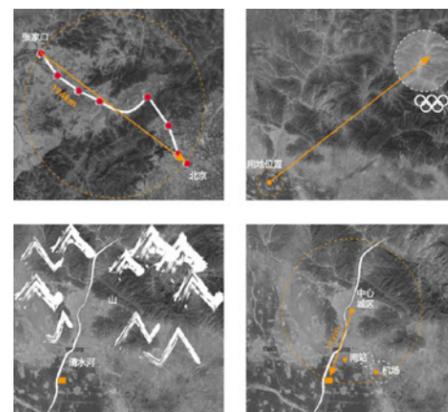


图3 用地区位条件

张家口市的空间基本要素进一步影响了奥体中心的基地的整体布局。除雪山、冰川外，河流、峡谷等自然元素也被转译到现有的基地。不同自然要素汇聚在此，形成整体的空间意向：北部的草坡平台、南部的低地广场、绵延的水系公园、通风的隘口走廊、以及冰川意向的场馆群。同时，将用地东侧地块景观、规划通盘考虑，打通自清水河至森林公园的景观通廊，形成连贯的城市绿化景观集群。

根据场馆性质和使用情况，项目组分为三个区域：冰雪运动区、体育场区、室内运动区，分

别设置体育场、体育馆、训练馆、游泳馆、速滑馆及室外场地等设施。园区利用草坡、绿地、水面广场将各个区域串联起来，做到分区明确、相互联系、互不干扰。同时有利于分期建设。

(3) BIM与参数化设计

雪山和冰川的结构给予奥体中心内体育场、体育馆、训练馆、游泳馆及速滑馆建筑群基本的形象，冻结的水与冰形成的雄伟结构被抽象和转译成了建筑形态。以人为本的建筑尺度是项目组设计的出发点，避免了单调而重复的立面。不规则的冰雪碎面产生较强的可塑性，创造了张家口奥体中心建筑外观的新形态。其简洁有力的造型和冰块通透的质感给予组团布局的场馆全新的建筑立面。



图4 建筑概念与形态

在本项目工程深化设计过程中，复杂的建筑功能与形态往往带来多领域的高度复杂性，项目组依托BIM技术并合理运用参数化设计等手段，保证了该工程项目深化设计的高效性、可控性及准确性。

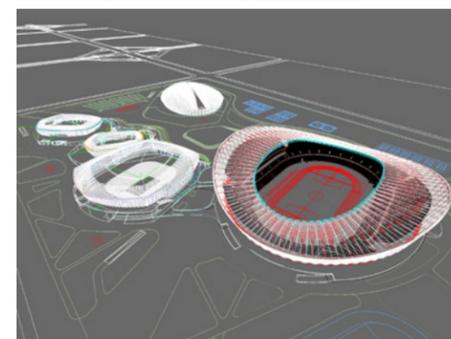
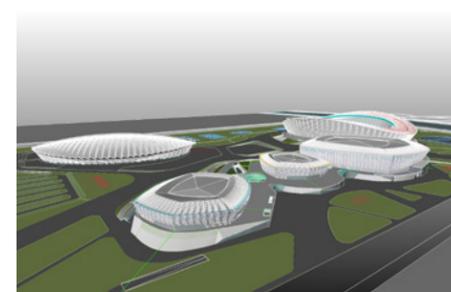


图5 奥体中心参数化模型

二、BIM设计方法及工作流程

下面将以奥体中心中体量最大的单体建筑体育场为例，介绍依托于BIM技术的工程深化设计及特点。体育场作为奥体中心的重要组

成，其建筑面积为74601m²，拥有固定坐席48051座，体育建筑等级为甲级。未来可举办国内综合性赛事及国际单项赛事；同时也可作为大型体育竞赛的开闭幕式场馆，兼顾大型文艺演出和全民健身等活动。



图6 奥体中心体育场



图7 奥体中心体育馆（居中）



图8 奥体中心内景

体育场的设计要点包括幕墙系统、屋面系统、复杂结构体系、看台及视线设计等工程，面对

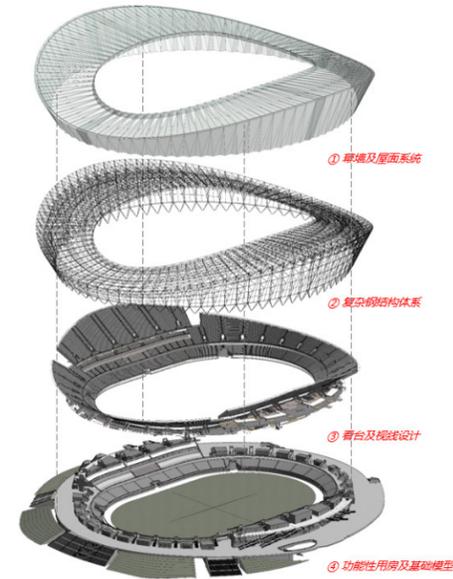


图9 建筑复杂性

这一系列复杂系统的设计与实现，项目组需建立高效、准确的工作体系来实现目标。因此，项目组采用BIM协同设计方式。

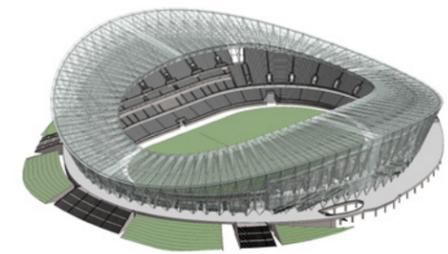


图10 体育场BIM模型

项目组建立了基于协同设计方法的工作流程。同时结合参数化设计思想与计算机编程等技术完成设计目标，在设计过程中综合考虑建筑的功能合理与形态美观。经优化调整，将设计成果汇总到整体BIM模型中，并对方案进行成果展示与表达。

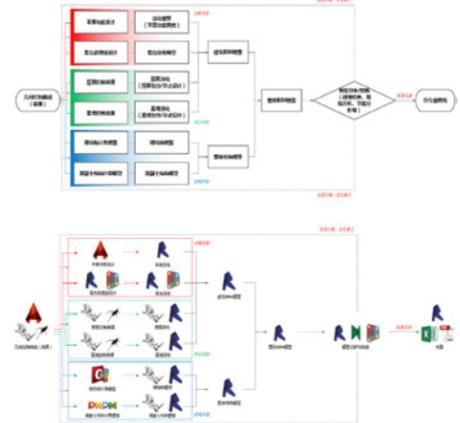


图11 BIM工作流程

三、工程设计中的BIM应用

在工程设计中，项目组将体育场分解为不同系统分别进行深化设计。其中包括幕墙系统、屋面系统、复杂结构体系、看台及视线系统等。接下来将分别介绍这四个系统在工程设计中的BIM应用。

(1) 屋面系统

体育场采用4mm厚铝单板的幕墙系统，并通过转接件固定于主体结构上。项目组根据场地条件、体量约束、限高要求等影响因素，设置限定性规则，建立参数化模型。首先在Autodesk AutoCAD中绘制出平面控制线和关键位置的截面轮廓线；将控制线导入软件中，形成空间控制线。

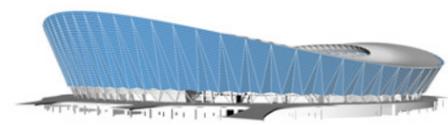


图12 幕墙系统

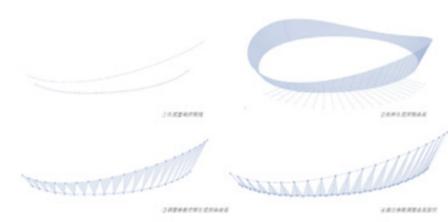


图13 幕墙系统设计及优化

再由控制线放样生成可编辑的三维曲面。结合平面轴网投影确定曲面起伏位置，利用软件编写参数化逻辑，通过调整不同参数控制曲面形式、起伏程度与细节形态，经过反复推敲，确定最终形体。

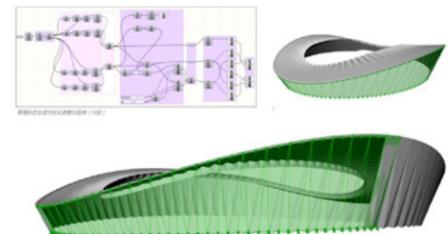


图14 幕墙系统参数化设计

在幕墙单元划分中，项目组需结合实际设计需要和建造要求，通过参数化设计，调节划分形式，验证分板尺寸，经过反复调整确定划分方式。

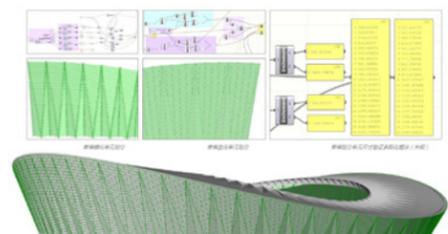


图15 幕墙系统单元划分

之后进行幕墙系统节点构造设计，以实现预期的建筑效果，并保证其结构合理性。而在观众

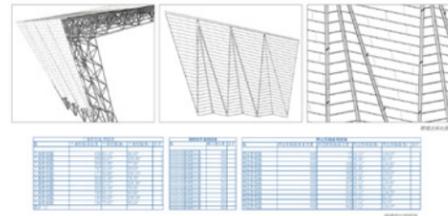


图16 幕墙系统构造设计

厅内幕墙设计中，同样采用了参数化设计方法，以满足功能使用需求与建筑形态要求。

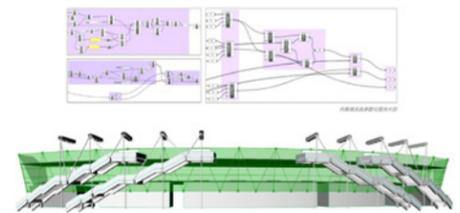


图17 内幕墙设计

(2) 屋面系统

本工程采用PTFE或CrossLink PVDF膜材覆盖的膜结构屋面形式，屋面膜结构敷着在主体钢结构的上表面，为骨架支撑式膜结构。

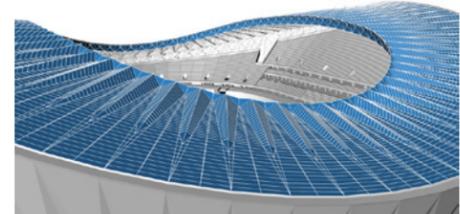


图18 屋面系统

项目组结合多种限制因素建立可控的参数化模型，以点、线、面逐层递进的控制逻辑生成屋面形态。其流程为先生成基础控制线，之后再由控制线放样生成控制曲面，提取该四分之一的控制曲面进一步生成造型控制点及控制线，依次通过造型软件程序调整参数控制具体形态，进而生成内环曲面、屋面起伏曲面及平坦曲面。最终得到屋面形态的设计模型。

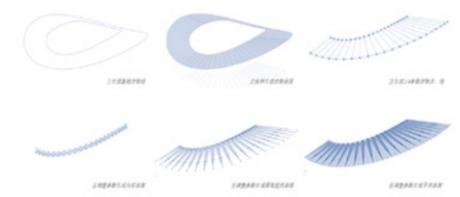


图19 屋面系统设计及优化

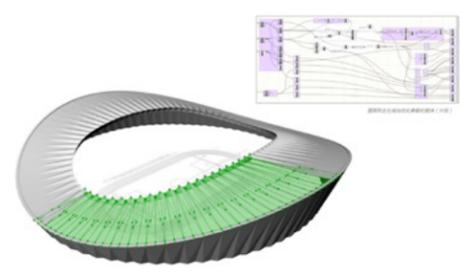


图20 屋面系统参数化设计

为优化屋面排水能效，项目组通过参数化软件进行了高程与坡度分析。以保证屋面的设计满足排水需求。

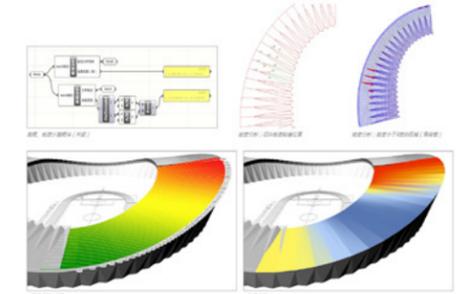


图21 屋面高程与坡度分析

同时对膜结构屋面进行划分，保证单元尺寸的合理性，并完成其节点构造设计。

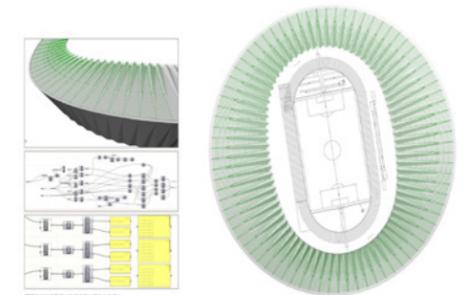


图22 屋面系统单元划分

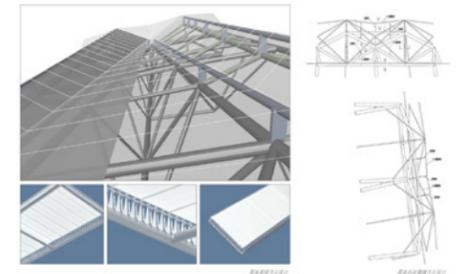


图23 屋面系统构造设计

在屋面、幕墙等系统完成阶段设计工作后，将成果导入BIM模型中进行综合检查。判断是否出现碰撞、交接等问题，同时进一步优化模型以保证设计的准确性。如天沟设计中，在满足

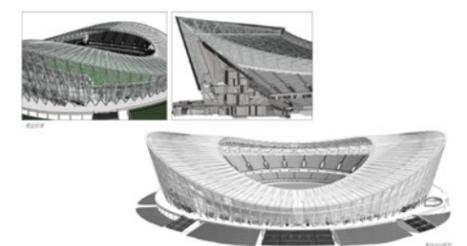


图24 协同工作与模型校核

排水功能的前提下，在BIM模型中进行与钢结构的碰撞检测，精确控制设计与实际施工的连贯性。

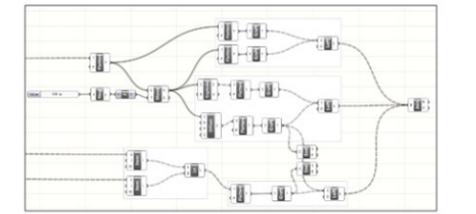
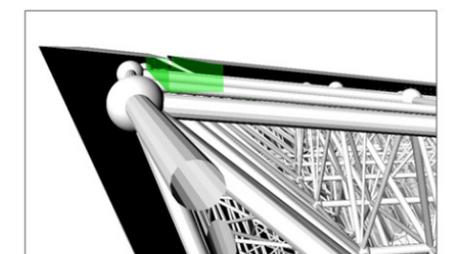


图25 天沟设计碰撞检测

(3) 看台设计

看台设计的重点是要对其进行视线分析。看台的首排位置、排距、排数、视线升高差、横走道等诸多因素都将影响视线分析的进行。

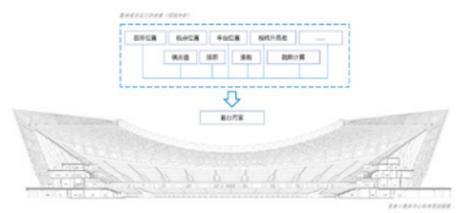


图26 看台设计影响因素

传统体育馆看台设计主要以CAD绘制所需图纸，建筑师需要投入较大的时间和精力进行视线设计，反复调整看台平面及剖面，这种工作效率较低。传统以CAD绘制看台有易出错、不可逆、视线计算复杂、绘图难度大、无看线等缺点。而在本次体育场看台设计中，项目组借助BIM手段，运用参数化工具实现看台视线的快速计算生成，大大提高设计效率。使看台设计可变、可逆。

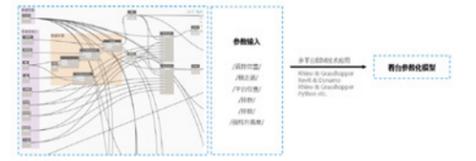


图27 看台参数化BIM设计

运用BIM手段生成看台分为以下六个步骤：1、使用Autodesk Revit平台中的Dynamo插件将视线分析逻辑进行编程，同时运用PYTHON语言编写重点计算程序。2、通过输入前端参数，从而生成视线合理的看台原始剖面。3、对生成的剖面进行放样，得到完整的看台碗。4、根据功能及造型要求，通过布尔运算完善看台形体。5、完成细部构件设计，如踏步、栏杆等。6、将看台模型导入到中心文件中，进行最后的优化调整。



图28 基于Dynamo的参数化设计

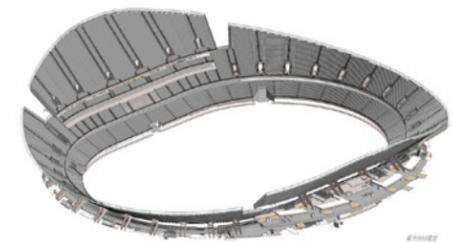


图29 看台模型

通过使用BIM技术绘制的看台图纸相较于传统CAD图纸有较大的优势。以初步设计阶段的看台剖面绘制为例，通过修改前端参数可实现对看台模型的实时更新，该模型可随意剖切并快速出图，同时还可将看线一并导出，使图纸表达更加完整、美观。



图30 看台参数化BIM设计优势

类别	参数化BIM设计方式	传统方式
看台生成时间	<2小时 (dynamo程序可重复利用)	>2天 (算量制图)
看台修改	一键修改	需重新建模重新输出
看台位置	任意位置	提前确定
看台形式	3D/2D	2D
看台类型	任意类型	仅外挑型看台
看台材料	任意材料	需重新建模

图31 设计方法对比

(4) 钢结构设计

体育场屋顶罩棚及落地支撑为钢结构，下部为钢筋混凝土框剪结构。钢结构采用悬挑立体桁架，呈1/4对称布置，在造型软件中通过建筑折板边线、内侧柱面及屋盖下表面的控制，生

成屋面悬挑桁架上、下弦杆及侧立面格构柱的内、外肢柱。最后根据桁架高度、腹杆角度、支座位置确定钢结构网格尺寸，布置腹杆及环向联系桁架并导入有限元软件进行计算分析。结构布置与建筑造型统一，二者完美融合。

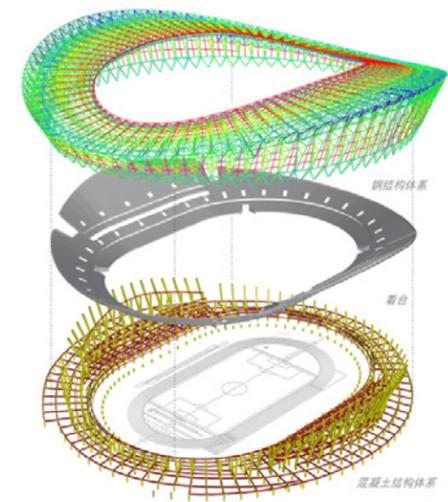


图32 结构体系

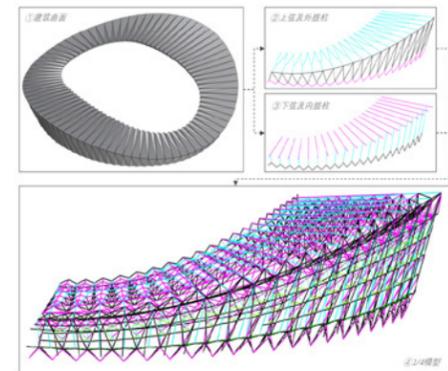


图33 结构体系设计流程

根据确定的上下弦面，桁架腹杆及屋面板可借助程序自动生成。

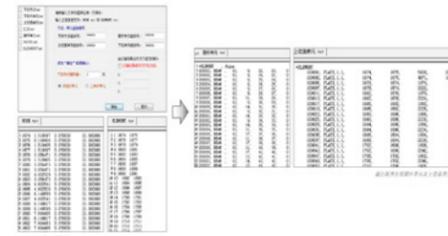


图34 结构计算

项目组采用CFD软件进行风荷载数值模拟来确定实际风压分布，为结构和幕墙设计提供准确依据。

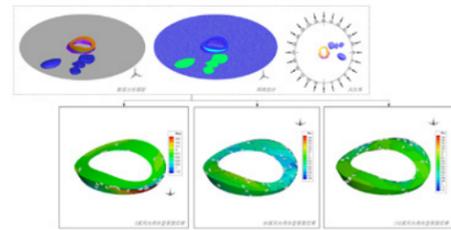


图35 风压测试

悬挑桁架及格构柱主要采用相贯节点，根据有限元软件计算得到杆件内力，通过编写程序对节点承载力进行验算，进而优化节点设计。

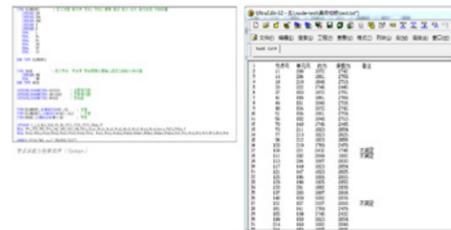


图36 节点验算

在焊接球节点设计中，首先通过程序计算得到焊接球规格，然后利用造型软件插件自动生成焊接球模型。复杂节点采用造型软件建模并导入有限元进行分析，根据计算结果进行三维节点的精确放样。经过计算、优化确定结构设计方案，并将模型返回到Autodesk Revit中。

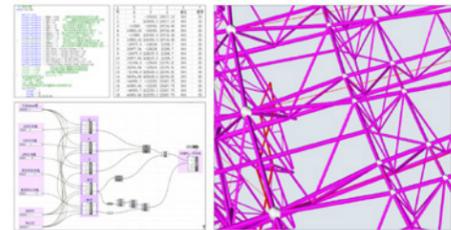


图37 焊接球节点设计

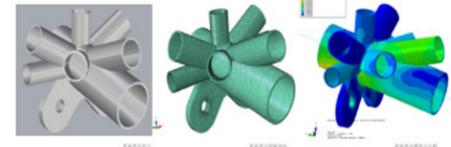


图38 复杂节点设计

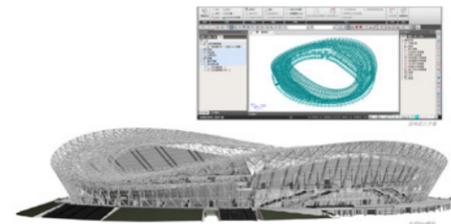


图39 模型整合

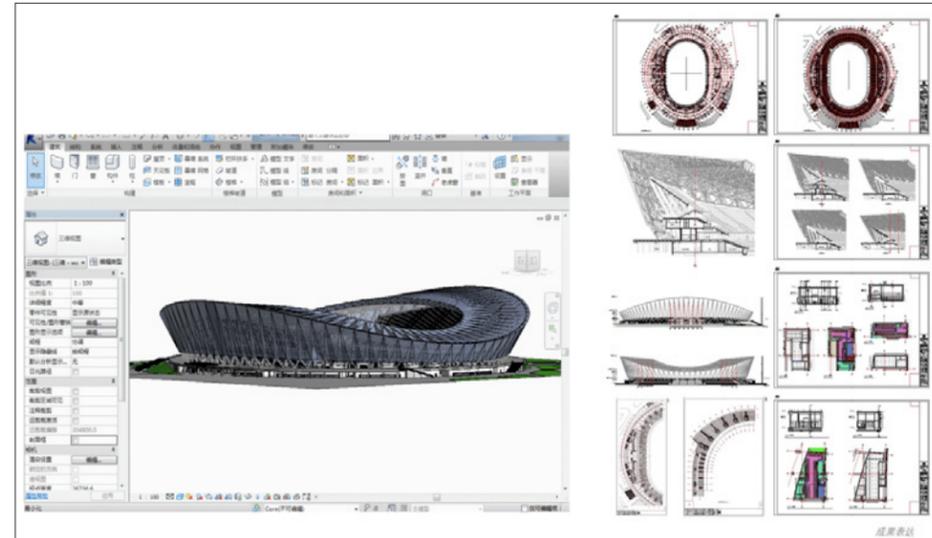


图40 成果表达

四、BIM设计总结

在通过多平台的BIM协同工作后，得到了完整的建筑信息模型。通过创建的BIM模型，可方便快捷进行成果表达。

项目组总结本次体育场BIM设计实践具有高效性、可控性、精确性、连贯性、真实性、先进性等特点。

①高效性：由于BIM拥有协同工作与信息整合的特点：在体育场项目中，提升了多专业的工作效率、沟通效率和出图效率，大量节约了时间成本。

②可控性：BIM模型具有精准的三维控制与易于修改的参变体系：可准确、直观的优化体育

场空间关系与细部设计，做到数据可控。设计师对模型实时修改，所见即所得。

③精确性：体育场的BIM高精度信息模型提高了其设计成果的准确性与落地性。

④连贯性：体育场BIM模型具有反复迭代更新的特点：强化了设计师在不同设计阶段的把控力，保证了体育场设计概念的延续性。

⑤真实性：BIM模型具有真实性，它高质量模拟体育场建筑形态与构造细节，设计的深入一定程度降低着施工难度，实现了工程可控。

⑥先进性：在幕墙、屋面、看台等设计中运用了参数化设计，这种设定规则、调整参数进而获得结果的先进设计思想，明确了设计逻辑、提高了设计效率、优化了设计成果。

这种设计模式提高了工作效率、节约了时间成本、强化了设计精度、提升了建筑品质。经过全程BIM设计控制的张家口奥体中心体育场馆项目，力争成为大规模复杂建筑的又一成功典范。

公司名称
华东建筑设计研究院有限公司

项目地址
中国，湖北武汉

应用软件
Autodesk® Revit®
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® Ecotect® Analysis
Autodesk® 3ds Max® Design

泰康（武汉）同济医院项目 BIM技术应用

——健康之家数字化设计建造之路



图1 武汉泰康同济医院效果图

华东建筑设计研究院有限公司
华东建筑集团股份有限公司（以下简称“华建集团”）是一家以建筑设计为核心、以前瞻科技为依托的技术服务型上市企业，集团定位为以工程设计咨询为核心，为城镇建设提供高品质综合解决方案的集成服务供应商。

1952年5月19日，华东工业部建筑设计公司成立，2015年10月30日，由国有独资公司转变为国有控股的上市公司。

华建集团业务领域覆盖工程建设项目全过程，包括各类设计咨询服务，以及设计、采购、施工一体化（EPC）工程总承包服务。华建集团连续多年荣获中国质量协会颁发的“用户满意企业”奖和“全国用户满意服务”奖。连续十多年被美国《工程新闻纪录》（ENR）列入“全球工程设计公司150强”企业。

一、项目概况

为打造一所专业、方便、服务周到、设备先进、隐私有保障的综合性三级医院，按照泰康

保险集团医疗战略部署，将泰康同济（武汉）医院定位于华中地区医、教、研一体化的顶级医疗中心，按国家三级甲等标准建设。项目位于武汉市汉阳区四新北路与连通渠西路交汇处东北地块，东侧毗连通渠滨水景观带，地理位置优越，交通便利。本项目规划总建筑面积约27万平方米，其中地上建筑面积约17万平方米，地下建筑面积约10万平方米，包含门诊楼、三栋住院楼、癌症中心、办公楼，地下汽车库、设备机房等。

泰康人寿拟投资30亿元，携手同济医院并引入全美排名第一的约翰霍普金斯医院资源。医院建成后，将拥有顶尖的医疗专家团队、领先的医疗设备，手术机器人、基因诊疗、细胞免疫等先进诊疗手段也将被引进，国际诊疗、国际转诊等优质服务和 JCI 认证(或 KTQ 认证)将使医院与国际接轨。

针对本项目的特点，拟采用BIM技术辅助项目建造，配合进行项目咨询管理。



图2 项目平面分布图

二、BIM标准制定

为统一项目实施过程各专业间协同标准、各阶段协同标准、各参与单位协同标准，我司为泰康健投集团制定企业级BIM管理标准。管理标准以结构化数据体系出发，通过对数据成果与数据生产行为的管控，达到规范资源库与行为过程的目的。

泰康健投建筑信息模型管理标准以企业现有管理体系出发，以总部为主体，配合咨询单位对设计管理部门、项目部及运维部门等项目实施过程中的职能部门进行分级管理；以分析当前BIM实施过程中的数据成果出发，划分企业BIM实施过程中的基础文件资源与项目专项资源进行分层管理。



图3 BIM标准

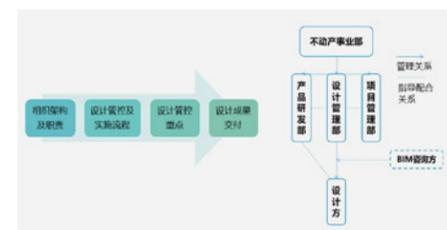


图4 组织架构

为协调项目各参与方，项目实施之前统一项目BIM技术应用采用软件类型、版本，避免项目实施过程中因软件版本、模型版本等不一致导致项目成果难以应用等问题的出现。其中项目组成包括少部分异型钢结构，BIM技术应用包括漫游动画、工艺模拟等，为了项目更好的实施，项目BIM应用过程中主要采用了Autodesk相关软件。



图5 相关Autodesk软件

三、BIM协同平台体系

将可持续发展和以人为本的核心理念贯穿整个

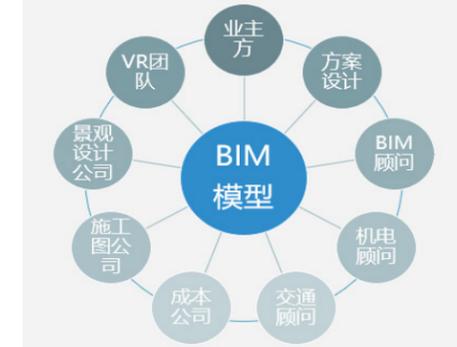


图6 平台组织结构

项目，结合医院特点进行管理创新，建立基于BIM的协作机制。为保证沟通的即时性和高效性，模型数据的可传承性及一致性，外部采用统一管理平台，辅助项目文档传输、模型在线浏览审核等。内部采用Citrix虚拟化系统，BIM所有文件集中存放在服务器上，各工作桌面通过网络登陆得方式进行协同工作，方便团队人员BIM实施过程中文件协同、文档传输、成果储存等。

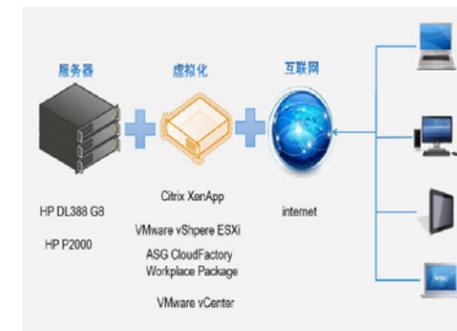


图7 内部平台基础

四、BIM技术实施

1. 医疗空间优化
1) 自然采光分析
对于医疗建筑，自然采光是其中较为重要的一个设计指标。本次分析依据设计图纸、信息化型搭建了分析模型，拟参考平面取跑地面0.8m，光照环境采取最不利情况的全阴天进行了大寒日7时、12时、巧时的自然光光照模拟，合理化形体设计，并优化空间布局，使采光效果在最不利的时间点达到最佳。

2) 室内空气组织分析
医疗建筑对室内空气流通度也有很高的要求，需要保证室内空气的各项指标满足治疗疗养的需要。借助BIM模型及Airkpak分析软件，在病房内合理地布置送风口和回风口，使得经过净化和热湿处理的空气，由送风口送入室内后，在扩散与混合的过程中，均匀地消除室内余热和余湿，从而使病房内形成比较均匀而稳定的温度、湿度、气流速度和洁净度，在满足热环境参数设计要求的时，满足人体舒适的要求。

本次项目采用CFD软件对病房内空气气流组织进行模拟，分析各个典型位置处的空气龄、PMV和PPD等与人感受有关的参数，最终确定此类空气调节方案最优，且符合医院以人为本的设计原则。

3) 就诊人流模拟

作为定位为大型的三甲综合性医院，医院科室众多，不同就诊需求的人流流线较多，使得项目的人流组织面临较大的挑战。传统的二维设计无法对人流组织给出有明确的人流组织验证，对优化多类别高数量的就诊人流设计难以给出有理论依据和数据支撑的明确结论。

因此本项目通过建立BIM模型，将Autodesk Revit模型导入Pathfinder进行基础模型优化，经过软件设置，实施大厅垂直交通人流压力测试，找寻人流拥堵结点，并对不同就诊需求的人流进行了模拟。通过定时划分进入医院人流，模拟正常医院的分时段就诊人流，发现可能存在的就医流线拥堵点，提出优化合理性建议，辅助门诊大厅的流线设计。

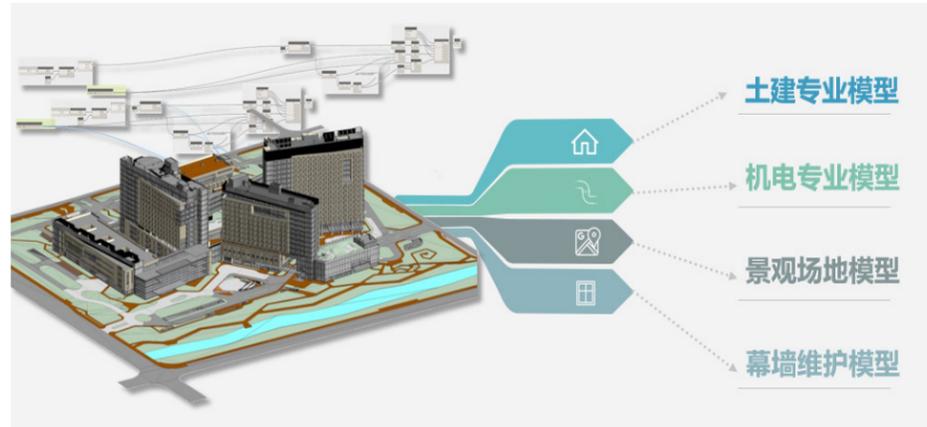


图12 模型成果

题，辅助模型生成与错误检查，为后续数据传递奠定基础。基于Dynamo可对BIM模型信息进行提取、修改、写入等操作，通过数字运算定义几何形体、空间、功能之间的行为与逻辑关系；通过可视化、脚本界面来创建规则；建立体系，而不是简单集合模型；自动重建，推敲迭代；特殊形体模型创建。



图13 幕墙网格划分

3. 工程质量检查

1) 管线综合

根据各专业技术要求、空间要求、施工工作面以及质量安全监督部门要求等因素采用 BIM 技术中的可视化模型及碰撞检测功能，对现有信息模型进行碰撞检查，直观地发现管线综合中的问题，对问题进行避让调整后汇总排布出图，依据运用 BIM 技术深化设计后的图纸进行施工。

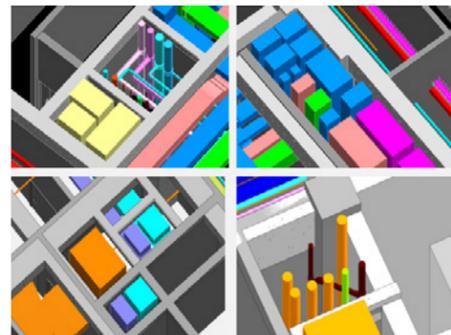


图14 管线综合优化示意图



图8 急诊流线分析



图9 急诊流线分析

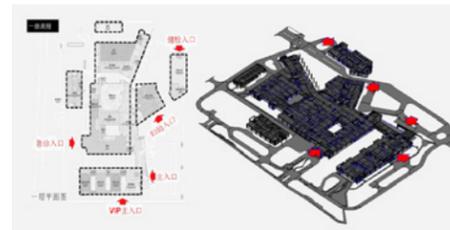


图10 出入口分析

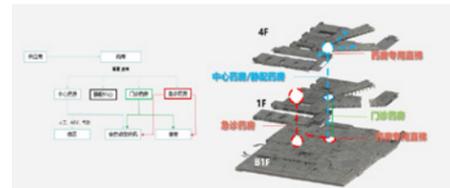


图11 药物流线分析

2. 参数化设计

通过Dynamo建立统一的模型规则，采用参数化的建模方法，大大减少建模过程中重复性的工作，减少了因人为失误引起的模型错误等问

2) 净空分析

基于BIM模型分析哪些区域为净空不利区域，将这些不利区域标识出来形成报告，并及时向院方和设计方反映，以便对这些区域采取应对措施。

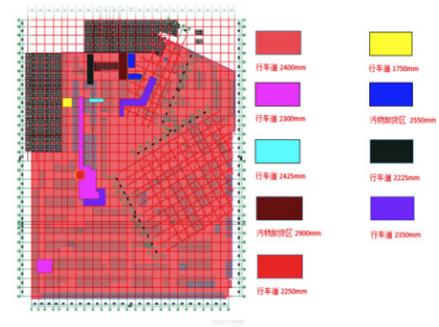


图15 净空分析示意图

4. 模型深化与应用

为便于项目施工阶段和运维阶段其他BIM应用的实施及保证BIM模型的传承性，在设计阶段完成后，依据图纸和业主要求等，对设计模型进行深化调整，为设计阶段查漏补缺、优化系统并合理利用有效空间综合排布管线，在施工安装阶段考虑后期维护检修进行空间预留等。在模型深化同时需注重美观性与功能性，如设备摆放位置、管井排布、管桥架缆饱和度和设备参数、消声减震、风量平衡、运输通

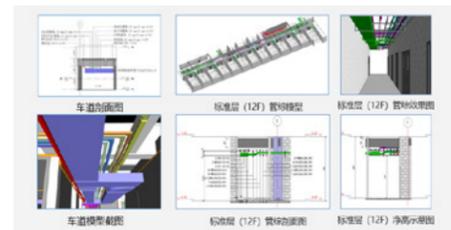


图16 管线优化

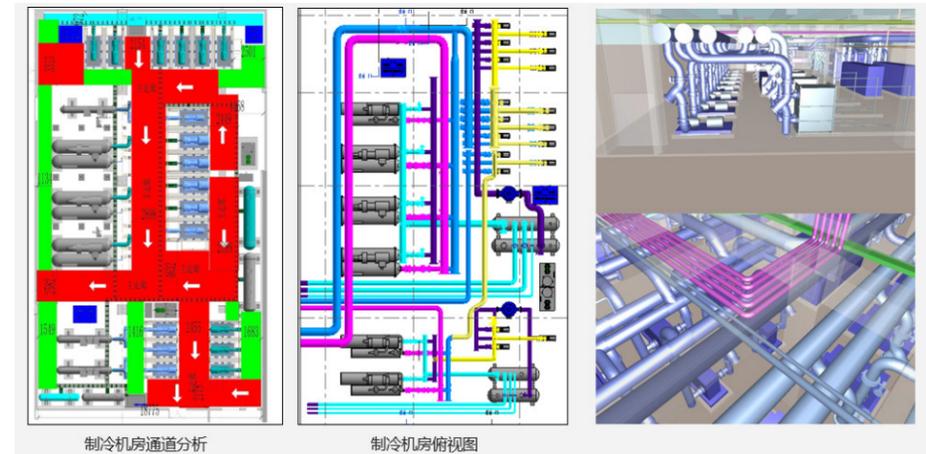


图17 机房深化

道预留、设备基础及留洞和检修空间及检修口等。

本项目冷却塔布置在C塔楼顶部，C塔楼顶部造型复杂，有屋面排烟口、幕墙支架、屋顶机房管线等；为配合业主冷却塔厂商招标，依据四个供方厂家方案图布置冷却塔模型，依据BIM模型考虑冷却塔散热、是否被幕墙遮住、美观等指标指出布置不合理的地方供厂家修改方案图，再次将方案图反馈到模型上，验证其是否合理，避免业主方确定某厂商中标而某厂商冷却塔设备不满足布置要求的风险。

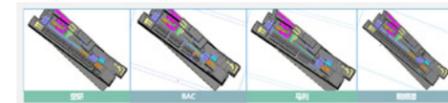


图18 冷却塔方案比选

五、BIM应用总结

项目运用BIM技术辅助项目设计与建造，通过Dynamo参数化功能应用，辅助模型生成、质量检查，提高工程效率；通过BIM模型的可视化功能，将各个专业的模型问题综合检查，辅助提高工程质量；通过基于BIM模型的分析优化、数据统计等实施，优化医疗项目空间布

局、就诊流线与就医环境；深化BIM模型，为项目施工、运维阶段其他BIM应用实施奠定数字基础。

通过本项目BIM实施，打造泰康集团数字化标杆项目；规范泰康健投BIM应用流程，标准化应用成果；固化数字化应用成果，标准化泰康项目BIM应用的成果模板，通过BIM标准化应用的推广，提升泰康整体管控水平，并辅助泰康健投形成符合自身业态的标准化生产模式，助力泰康健投全国化项目管理。

六、展望

泰康保险集团与武汉市人民政府签署全面合作协议，确保项目建设要按照一流的标准建设成为汉阳文明施工“标杆”项目，通过将BIM技术与施工结合，让虚拟建造和现场可视化管控有效结合，完成项目精细化管理的目标。

泰康加速全国化布局，联动12城医养社区，打造以医养融合、文化养老为核心特色的养老社区。利用BIM模型可以充分发挥空间定位和数据记录的又是，将全国医院楼宇设备信息进行数据同步，打造社区级居民医疗自治平台，完备医疗养老设施，逐渐将社区医院的各项功能与未来城市社区融合，创造泰康“一个社区、一家医院”的智慧医疗管理模式。

公司名称
四川海鑫能电力设计有限公司

项目地址
中国，云南省昭通市巧家县

应用软件
Autodesk® InfraWorks®
Autodesk® Civil 3D®
Autodesk® Revit®
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® Dynamo
Autodesk® Design Review
Autodesk® BIM 360™
Autodesk® 3ds Max®
Autodesk® Inventor®

携手同行 共创未来

云南巧家洗羊塘一期49.5MW风电场



图1 巧家洗羊塘风电场整体效果图

风电场项目涉及范围广，项目选址多在远离城市的山区、高海拔地带，地理条件复杂、资源匮乏。在这些地区，施工作业条件艰苦，为提高投资收益业主要求尽快投入运营，造成风电项目工期短，施工容错率低，增加了施工作业的风险与困难。同时项目参与方较多，专业涉及建筑、电气、道路、GIS等众多专业，专业间协同难度大。

通过BIM技术，使项目各参与方可以在可视化的条件下进行合作，大量减少了沟通成本。并且配合BIM的可视化进行多方案比选，运用BIM技术准确导出项目材料用量，VR实景演示等等，使整个项目在可视化的条件下进行。通过BIM模型，对施工进度监控，降低施工风险，提升现场工作效率。针对BIM+GIS相结合，合理利用地理资源，减少对环境的污染和浪费。最大程度降低工程对自然环境的破坏，做到人与自然的和谐可持续发展。

—牛清华
金风设计研究院副院长
新疆金风科技股份有限公司

四川海鑫能电力设计有限公司

新疆金风科技股份有限公司于1998年成立，是中国最早从事风力发电的企业之一。具有全球超过44,000MW的风电装机量，全球超过28,500台风力发电机组的运营业绩。在全球8,000余名员工，其中1,000余名研发和技术人员。

四川海鑫能电力设计有限公司作为金风研究院旗下设计公司，具有测绘资质乙级、工程测量工程勘察专业资质乙级、新能源发电乙级、变电工程乙级、送电工程乙级、风力发电乙级等资质证书。

金风设计研究院依托行业优势，坚持“电力工程技术与能源技术经济研究并重、技术服务与科研开发并重”，坚持引入数字化、智能化先进技术驱动业务发展，专注于提供覆盖可再生能源开发、设计、建设、运营、维护全生命周期的一站式专业技术服务。

金风设计研究院积极尝试和探索应用新技术，以设计为切入点，以BIM技术为核心，形成贯穿整体风电场开发、建设、运营，首尾相接、前后呼、应的闭环，携手推进可再生能源行业的数字化、智能化、精益化变革，此次以本项目为依托，希望为风电行业三维设计BIM实施提供参考。



图2 风电场内部效果图

一、项目概况

建筑物包括综合楼、水泵房、辅助楼、35kV配电室、SVG室等附属建筑。

综合楼为二层框架结构平屋顶，首层层高3.9m，二层层高3.9m，建筑总高8m，建筑面积1135.3m²。35kV配电室为单层框架结构平屋顶，建筑面积419m²，建筑总高6.5m。SVG室



图3 用地规划平面图

为单层框架结构平屋顶，建筑面积122m²，建筑总高6m。水泵房为半地下室建筑物，总高4.9m，上部分为混凝土框架结构，下部池体结构，建筑面积98.6m²。辅助楼为单层框架结构平屋顶，建筑面积101m²，建筑总高4.4m。

二、BIM在风电项目中实施策略

随着风电行业的快速发展，资源富集地区日益减少，风电项目收益水平有所降低。风电工程亟待增强实施与管理方法，实现降本增效。

具有可视化、协同性、精益化的数字化BIM技术应运而生，贯穿工程全生命周期，在规划、设计、采购、造价、实施、运维阶段均能产生不同的价值。

BIM作为工程行业最核心的大数据技术，在建设领域已经日益成为关注焦点，海鑫能紧跟时代步伐，联合同济大学，积极探索应用风电BIM三维设计，根据风电行业自身特点，从风机、升压站、GIS三个方面展开BIM三维设计，借助BIM手段，将制造业和建筑工程设计有效结合，实现从局部到整体、从微观到宏观的全面把控。

三、BIM技术点应用

(一) 风机：

1. 基础建模

将常用的4种风机基础形式进行基础建模，并放入典型基础构件库，方便设计人员调用修改。

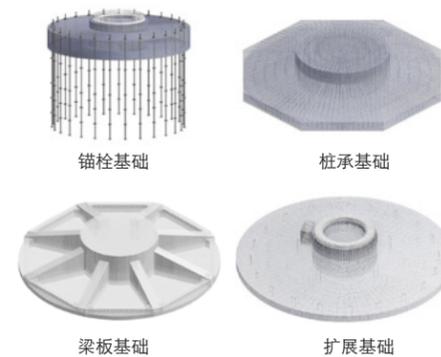


图4 风机基础建模图

2. Dynamo参数化设计

通过可视化编程软件，得到参数化的风机基础模型。通过输入风机基础几何参数和配筋参数，实现对风机基础截面尺寸的修改和快速创建基础钢筋，并得出混凝土用量及钢筋量。

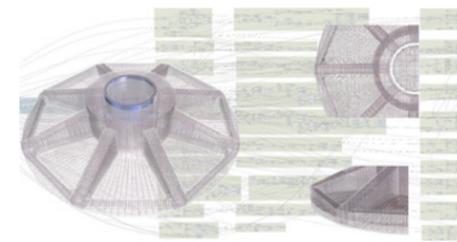


图5 Dynamo参数化设计风机基础

3. 钢筋量统计

参数化设计生成的基础模型，可精确提取风机基础的工程量。经比对，误差范围在2%以内。

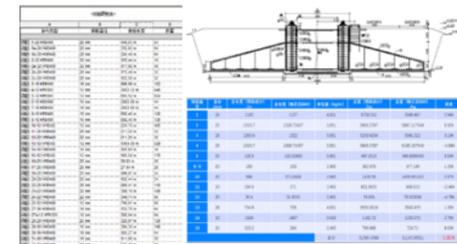


图6 BIM钢筋量与图纸量对比表

4. 3D打印技术

通过BIM模型，配合3D打印技术打印比例模型，帮助业主实现方案的推敲比选和论证，模型通过测试软件修正同时确保打印精度要求，用于模型展示。

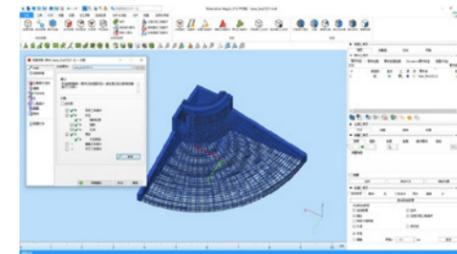


图7 3D打印风机基础

5. UG(NX)模型整合

通过3DMax/Unity软件，将Autodesk Revit制作的风机基础、塔筒模型和UG软件制作的风机设备模型进行整合，进行模型深度应用。实现工程行业与制造业的数据互通。

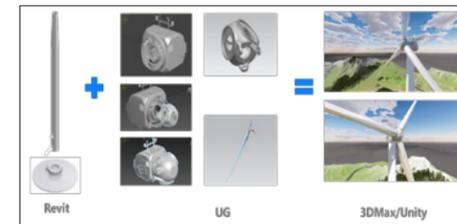


图8 整合UG (NX) 模型

(二) 升压站：

1. 搭建文件架构

基于企业BIM标准，对项目文件进行统一管理，便于协作方调用相关文件和模型，发挥BIM协同优势。

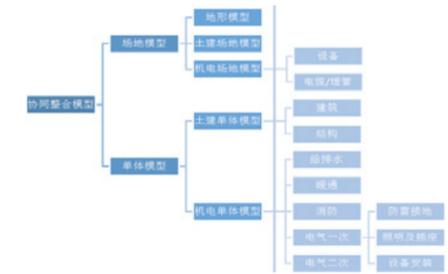


图9 企业BIM文件架构

2. 基础建模

按规则对升压站进行模块化建模，通过模块化拆分对升压站内生活区及生产区分别进行建模。整体提升设计质量，并形成数据便于后期复用。



图10 升压站模型

3. 工程量统计

参照建筑图集标准做法，进行精细化模型设计，细分建筑面层，指导模型工程算量，施工阶段模型可直接用于技术交底。

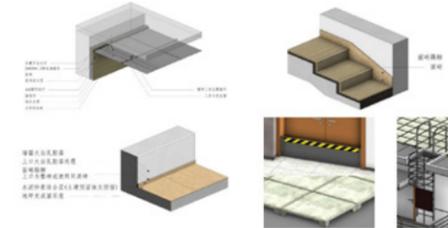


图11 升压站精细化模型

通过BIM模型可实现工程量的一键精确提取，通过BIM计算得到的工程量与传统造价的对比误差均在容许误差内。

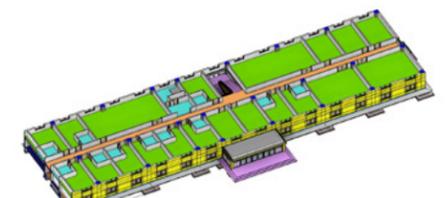


图12-1模型填色对量分析误差

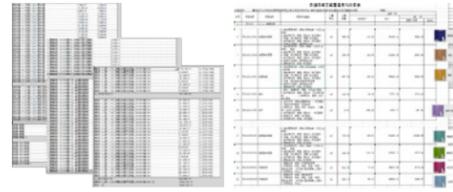


图12-2 升压站模型算量误差对比

4. 电缆建模

根据电缆清册读取位置代号，直接对设备进行编号。检索功能可以快速定位到指定的设备代号，方便设备的查找。生成三维实体模型以及逻辑拓扑图。

通过插件实现电缆沟内电缆排布优化，并按照规则对电缆进行编号，同时填写电缆的起始端与重点，利于后期电缆量复核。

对于升压站此类分多期施工的项目，对电缆排布在模型中进行前期规划很有必要。

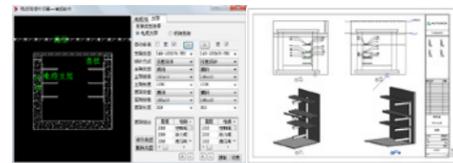


图13 电缆沟建模

5. 模块化设计

基于BIM技术的标准模块化设计，采用了建筑标准模数体系，并充分考虑后期施工安装的边界美观及经济性，将模数排布做到最优，实现模型图纸的快速生成和构件高效的预制生产，同时规范相关配套建材和补品的规格品类，实现了装修一体化。

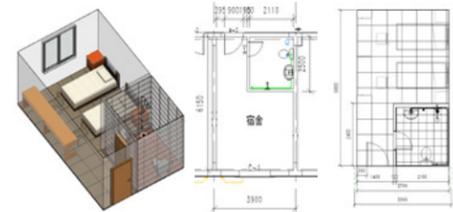


图14 BIM模块化设计

BIM技术还可以通过模块控制户型尺寸，将模块像搭积木一样组装成建筑模型，便于户型组合及布局。

通过BIM技术实现升压站内部分标准间的模块化设计，在造价可控的同时也满足人员使用需求。此类标准模块可实现工程间复用，实现快速设计。

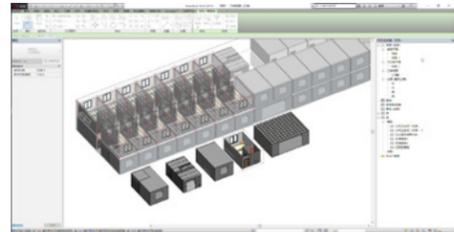


图15 BIM模块导入模型

模块化设计基于标准要求，将做法及规范集成至模型中，可利用模块化模型快速精准计算工程量。

6. 标准构件库建设

在项目实施中可积累部分可复用的模型构件，用于其它风电场项目的BIM设计工作中。既可缩短设计周期，又可以在设计过程中快速实现构件的替换，达到多方案比选、提高设计质量的目标。

将设备厂家的产品样本通过软件创建三维模型构件，模型包含了设备的所有信息并可以利用参数化功能实现不同设备类型的直接切换。



图16 BIM标准构件库建设

构件创建示例-中性点接地保护装置

将整体设备模型进行拆分，拆分成最小可更换的零件，并包含基本的参数信息，便于后期的运营维护。



图17 中性点接地保护装置

整合构件设备参数信息



图18 整合构件设备参数信息

7. 三维出图

通过项目数据积累，逐步转向风电场升压站三维设计出图。

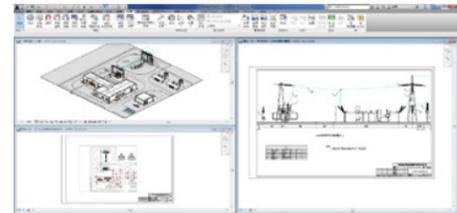


图19 通过模型三维出图

预设设备材料表样式模板，利用软件功能完成设备材料统计。



图20 通过三维模型设备材料统计

8. VR应用

可以从BIM设计软件直接渲染模型，通过材质添加、光影设置等操作，经软件自动计算渲染可达到真实效果，用于项目汇报。模型、视频和效果图统一，便于业主理解项目方案，提升沟通效果。



图21 VR场景演示

(三) GIS+BIM

1. 地形建模

通过Autodesk Civil 3D软件，导入现场测绘数据，完成地形建模。通过分析，实现升压站选址和道路选线、设计，并生成土方工程量。

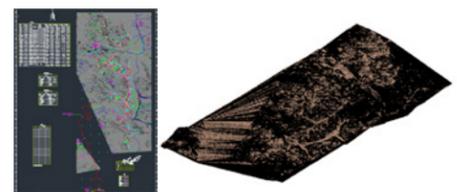


图22 Autodesk Civil 3D地形建模

2. 土方量

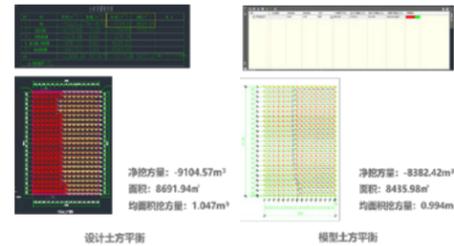


图23 Autodesk Civil 3D土方量计算

3. Autodesk Infracore模型整合

将地形、升压站、道路、线路及风机设备模型通过Autodesk Infracore进行整合，实现风电工程的大场景集成，用于后期展示及工程应用。

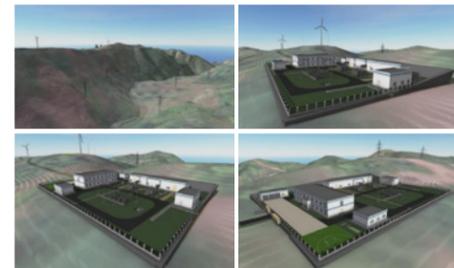


图24 Autodesk Infracore模型整合

(四) 工程应用

目前，项目已经进入施工建造阶段，BIM技术实施依旧继续，项目BIM模型深化延伸至施工领域、构件制造领域，以期可最大程度减少设计变更和洽商，有效控制工程造价。同时，基于BIM竣工模型，协助业主和监理单位进行工程检查验收，提供验收报告中必要的截图和文字资料。

Autodesk Navisworks施工模拟：

基于BIM模型的施工多维模拟，可以将时间进度、工程成本、质量安全等结合进BIM模型中进行建造模拟，可在项目实施之前通过模拟了解工程未来进展、资金流向、预期工程实施过程的风险。工程过程中可以通过工程实际进展和计划工期的对比，实时对过程中风险及问题进行规避和调整，保障工程顺利进行，缩短工程周期。

四、BIM技术创新拓展

(一) Dynamo参数化设计

通过可视化编程软件Dynamo，输入风机基础几何参数和配筋参数，得到参数化的风机基础模型。实现对风机基础截面尺寸的修改和快速创建基础钢筋，并得出混凝土用量及钢筋量。Autodesk Revit模块化设计与Autodesk Inventor相结合实现了模型图纸的快速生成和构件的高效预制化生产，同时规范相关配套建材和备品的规格品类，实现了设计生产安装装修一体化。通过Autodesk Revit模型与智能微网系统相关联，添加模型属性信息及维护信息，为后续运维打下基础。

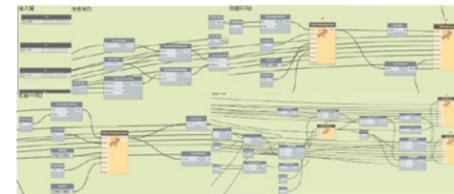


图25 Dynamo参数化设计

(二) 3D打印及VR实景漫游

通过BIM模型，配合3D打印技术打印比例模型，帮助业主实现方案的推敲比选和论证，模型通过测试软件修正同时确保打印精度要求，用于模型展示。

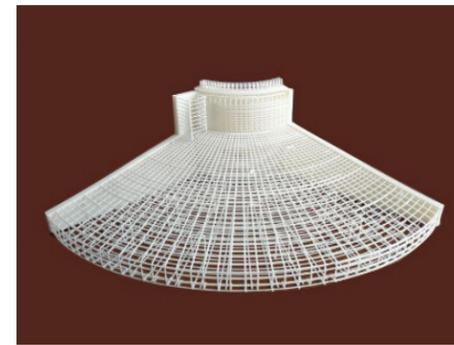


图26 3D打印风机基础钢筋排布模型

利用VR技术可以从BIM设计软件直接渲染模型，通过材质添加、光影设置等操作，经软件自动计算渲染可达到真实效果，用于项目汇报。模型、视频和效果图统一，便于业主理解项目方案，提升沟通效果。利用VR技术，进

行现场的技术交底及安全教育，对工地现场高压区，进行沉浸式可视化提醒作业人员安全风险。



图27 VR场景应用

(三) BIM风电标准

基于企业BIM标准，对项目文件进行统一管理，便于协作方调用相关文件和模型，发挥BIM协同优势。通过Autodesk Revit按规则对升压站进行模块化建模，对升压站单一功能需求房间进行标准化模块设计，形成三维模型典设。模块化拆分对升压站内生活区及生产区分别进行建模，提升设计质量，形成数据便于后期复用，并方便同类型项目直接套用修改出图。同时在模块化应用中，模型具备快速算量条件，通过Autodesk Revit快速完成出图及工程量统计，实时监控项目投资。同时进行了BIM+互联网的应用，将BIM数据模型与智能微网相结合，对项目运维管理起到了极大的促进作用。提高了运维管理的效率，降低了运维管理的成本。

五、结语

BIM在新能源领域，特别是风电领域应用较少，本次项目属于突破性尝试，具有示范意义。同时在实践过程中，项目团队总结了一套BIM在风电领域应用的标准，打破了行业空白，为今后BIM在新能源领域中的应用打下坚实的基础。在项目建设过程中，利用BIM技术多专业协同设计，预制化生产加工，合理规划升压站位置以及道路选线，减少对自然环境的破坏，缩短项目周期，有效的降低了项目成本，并在智能微网应用的过程中，BIM的应用也起到了举足轻重的作用。项目组也希望借助此次参赛机会，提升BIM技术在中国新能源领域的影响力，推动BIM技术在整个新能源领域的广泛应用。

公司名称
华东建筑设计研究院有限公司华东建筑设计研究总院

项目地址
中国，上海

应用软件
Autodesk® Revit®
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® Ecotect®
Autodesk® Simulation CFD

新开发银行总部大楼 BIM技术应用



图1 新开发银行总部大楼鸟瞰图

本项目从策划、设计、施工全过程地应用BIM技术，在设计阶段探索了全专业基于BIM的正向设计流程，形成了一套行之有效的协同机制，使各专业能够高效地开展设计工作，并有效地指导施工进度。除了主体设计的推进，本项目还探索了基于BIM的设计总包管理模式，使各专项设计也纳入整个流程体系，确保设计数据的完整性和一致性。

—孙璐
BIM中心
华东建筑设计研究总院

华东建筑设计研究院有限公司华东建筑设计研究总院

华东建筑设计研究院有限公司系中国最具影响力的建筑设计机构之一。多年以来，设计项目遍及全国各个省市、许多国家和地区，完成或在建的工程设计及咨询项目数以万计。华东总院密切关注并深刻理解设计行业最重要发展趋势，集成并提升各专业和各项技术的高端核心竞争能力，根据目标客户的差异化需求，量身定制优秀设计产品，稳步提升高端市场的占有率及美誉度，树立中国自主品牌的标杆。

进入本世纪的十年中，华东院始终围绕“国际理念、中国实践”的定位，立足全国、面向国际，着眼行业前沿，聚焦设计价值链的前端和高端，打造“ECADI设计，国际品质，属地服务”的理念与自主品牌形象。在参与众多项目的国际性设计竞争中，既具备ECADI设计国际的理念、创意和品质，又体现中国属地实践的优势，熟知客户及项目相关需求，具备强有力整合国际国内最佳资源的设计总包管理能力，有效推动了一大批大型复杂项目的顺利实施，在超高层、酒店、交通、办公、会展、观演等建筑专项领域成绩斐然，承接了以世博中心、世博文化中心、虹桥综合交通枢纽、武汉中

心、中国国家博览中心等为代表的一系列国际国内具有重要影响力的自主品牌的原创项目，进一步确立了行业领军地位，提升了“中国设计、国际先进”的品牌价值。

华东院积极推进国际化发展，设计作品遍布亚洲、欧洲、美洲、非洲和大洋洲的许多国家，原创设计了科威特亚奥理事会总部大楼、印度古吉拉特国际金融科技城、特立尼达及多巴哥国家表演艺术中心、芬兰维基科技园总部生态办公大楼、斯里兰卡Havelock City等重要的境外项目。作为中国设计企业的代表，因对上海世博会作出的杰出贡献，被党中央、国务院授予“上海世博会先进集体”称号。

华东建筑设计研究总院BIM中心通过大量BIM项目的实施积累了丰富的实践经验，制定了切实可行的BIM标准和应用导则；在国家“十一五”、“十二五”课题和众多省市课题中积极探索和BIM应用，取得众多科研成果；在与多家战略合作伙伴的合作以及众多软件咨询供应商的合作过程中积累了丰富的BIM应用经验。在参数化设计、性能化分析、私有云平台、运维管理平台等方面取得了较大突破，形成了标准化的工作流程。



图2 新开发银行总部大楼效果图

一、项目概况

新开发银行总部大楼选址于上海世博园A片区A11-01地块。地块位于世博A片区的“生态功能带”之内，规划高度150m，与中华艺术宫、梅赛德斯奔驰文化中心以及银联总部共同界定A片区边界、功能和定位。新开发银行成为从南部进入世博A片区的标志。基地三面临城市道路，东北侧与城市绿带相接，用地面积12076.4m²，总建筑面积126423.1m²，地上计容建筑面积80489.56m²，功能组成为约2500人国际金融总部办公及其配套。主楼30层，高150米，裙房6层，高33米，地下4层。项目建成后，中国境内国际金融组织将形成“北有亚投行，南有新开发”的新格局。

新开发银行总部大楼是上海首个入驻的国际性金融办公总部，将成为上海市新的地标建筑，其安保等级相当于使领馆级别，将达到绿色建筑三星、LEED铂金级，健康建筑三星，最终以数字交付方式提交成果。新开发银行总部大楼荣获2018年中国勘察设计协会“创新杯”BIM应用大赛“绿色设计类BIM应用第一名”、“科研办公类BIM应用第二名”。

二、BIM实施策略

本项目采用BIM设计总包模式，在建筑设计、绿色设计、室内设计、景观设计、幕墙设计等不同程度地应用了BIM技术，获取了较好的设计和管理经验。

1) 协同机制
专业内采用中心文件协同，形成单专业绘图模型。各专业定期提资，由绘图模型分离出各专业提资模型。单专业绘图模型链接其余专业提资模型，进行专业间协同。

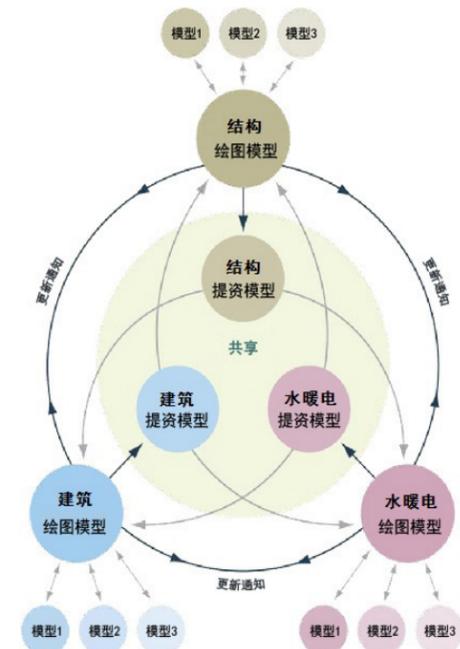


图3 协同机制

2) 项目标准



图4 企业级BIM标准

参照三维协同设计导则开展工作，针对项目实际情况，进行策略上的调整，制定本项目的BIM实施规划，包含模型拆分、工作集设置、命名规则、模型深度标准、交付成果标准、族库标准、出图标准、编码规则等。在项目推进过程中，对设计阶段BIM模型进行合规性检查与管理。

3) 人员部署与进度计划

项目设计团队成员约30人，包含建筑、结构、水、暖、电等各专业，在设计周期内成功完成全专业全流程的设计与管理。方案设计阶段历时约2个月，初步设计阶段历时约三个月，施工图设计历时约6个月。

4) 协同管理平台

本项目采用协同工作平台软件进行项目级的协同管理，包括项目管理、文件管理、流程管理等，解决参与单位众多、沟通过程专业技术要求高等问题。院内采用基于服务器的三维协同设计方式，每个专业一个对应的中心文件，设计成果经过设总审核后由各专业设计负责人上传至架设于代甲方的服务器，设计分包的设计成果在设总审核后由项目秘书按照规定的节点时间上传至服务器，各方基于统一的协同平台进行项目全部设计成果的沟通协作。



图5 协同管理平台

三、BIM技术应用

本项目的BIM技术应用分为基础应用和创新应用两个部分展开。

1. 基础应用

1) 建筑性能化分析

本项目要求达到LEED铂金标准、绿色建筑三星标准。主要措施如图所示：

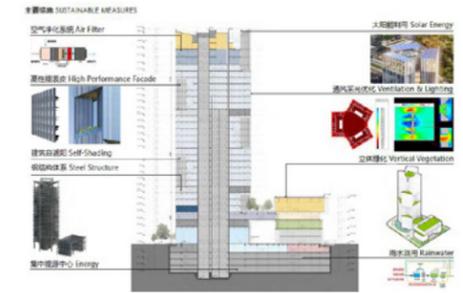


图6 主要措施

a) 室外风环境模拟

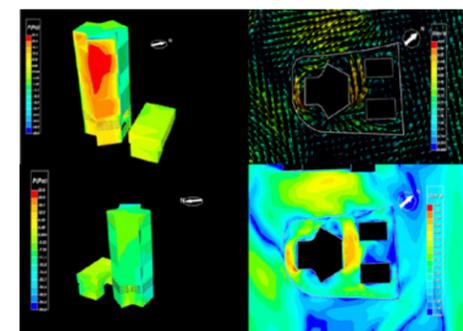


图7 室外风环境模拟

利用建筑通风软件对项目室外风环境进行模拟，分析发现夏季主导风向为东南，建筑物室外气流畅通。场地内人活动区没有出现涡流或无风区；50%以上可开启外窗内表面压差的风大于0.5Pa，满足绿色建筑评价标准内相关要求。

b) 室内采光模拟
根据设计前后的模拟分析结果显示，原设计标准层采光系数达标率仅为60.5%，优化后达到83%。

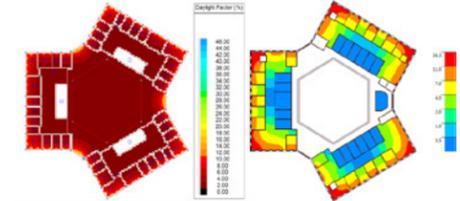


图8 室内采光模拟

c) 自遮阳分析
对建筑自遮阳分析发现有自遮阳的立面太辐射得热量比无降低30%以上，整个建筑表面通过交错分区设计后，比常规平立面综合太阳辐射得热量降低15%以上。

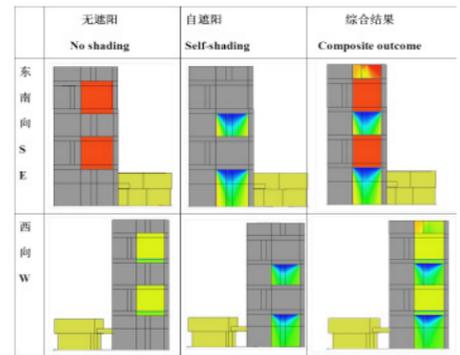


图9 自遮阳分析

d) 能耗模拟

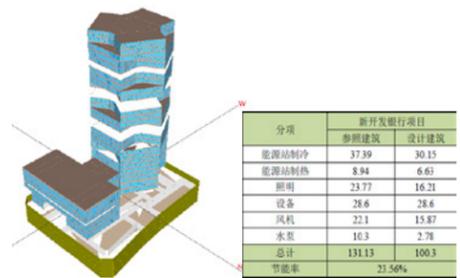


图10 能耗模拟

采用能耗分析软件对建筑进行全年8760小时的能耗模拟。与参照建筑相比，本项目全年单位能耗预计可节能23.56%。

2) 结构设计

整体结构模型由外侧竖向框架、核心筒、各层水平构件组成。通过插件将Autodesk Revit模型与计算模型互通，快捷地进行结构计算。

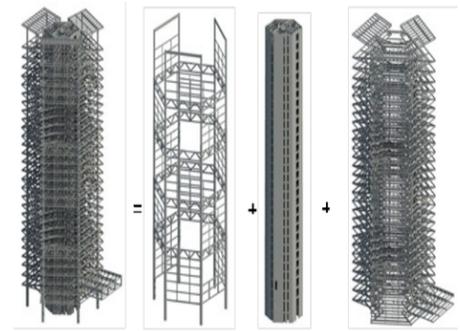


图11 结构模型组成

3) 机电设计

通过对机电专业中心文件工作集的设置以及族库的梳理，实现机电专业的协同及出图工作。

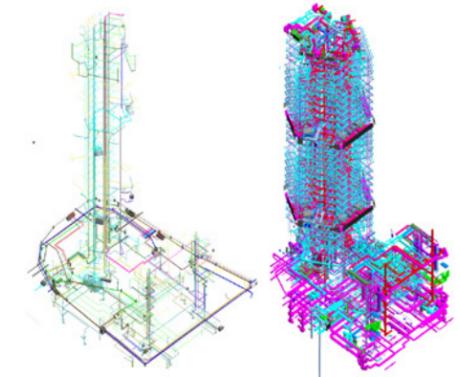


图12 机电模型

利用模型进行标准层的管线综合并配合结构留洞出图。对设备层各类机房进行净高分析及管线优化。

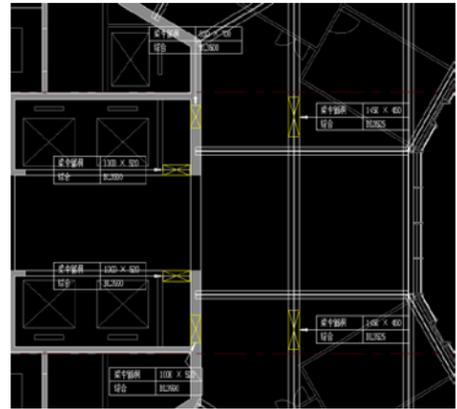
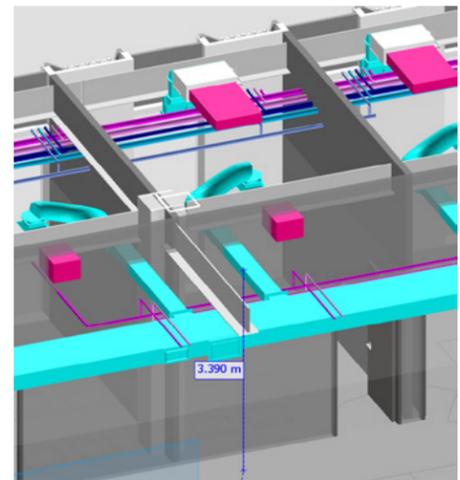


图13 结构留洞图

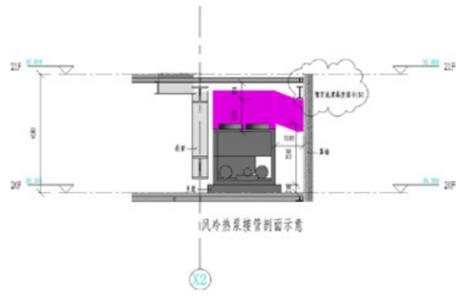


图14 机房管线综合优化

2. 创新应用:

1) 合规性检查

通过参数化的族，自动计算消防疏散距离，并对是否合规自动判断并标注。防火分区面积也可直接从模型中读取，数据精准，也为消防设计提供便捷。



图15 合规性检查

2) 自动校验构件

为避免设计过程中专业间频繁提资带来的跨专业竖向构件(如剪力墙、斜撑、混凝土柱等)漏改、漏查问题，专题开发了自动核对插件，快速检测专业模型间不一致之处，大大提高设计效率。

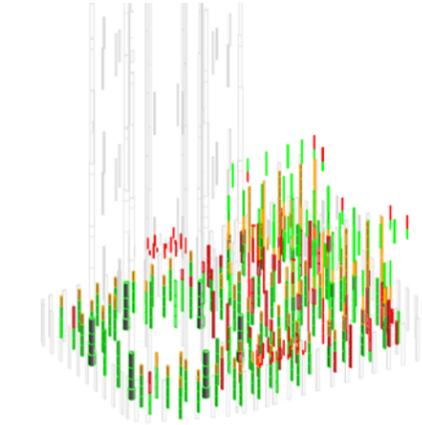


图16 自动校验构件

3) 设备参数一键导入

利用Dynamo编写基于EXCEL的设备参数写入插件，插件自动读取EXCEL信息，将相应的设备参数输入到模型中。

设备名称	设备规格	设备功率	设备位置	设备标高	设备备注
多级离心泵	立式	7.5kW	B1F	150.0	二用一备
低区变频生活给水泵			B1F		
低区变频生活给水泵			B1F		



图17 设备参数一键导入

4) 自动拆分立管

利用Dynamo编写按照标高设置自动拆分机电立管的插件。



图18 自动拆分立管

5) 墙体自动开洞

通过Dynamo实现机电管线穿墙时的墙体自动开洞及标注功能。

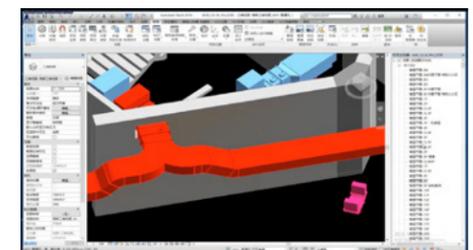


图19 墙体自动开洞

6) 蓝转白系统应用

2017年起，上海市所有工程建设项目要求采用“蓝转白”出图，本项目采用BIM正向设计，由BIM模型生成图纸并实现蓝转白，实属全市首例。为此，自主开发了“基于Autodesk Revit的蓝转白系统”，取得了良好成效。本项目初步设计、施工图设计阶段共计2022张图纸，全部经由基于Autodesk Revit的蓝转白系统完成电子签章出图。

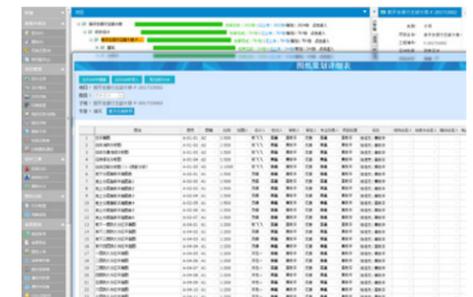


图20 蓝转白策划

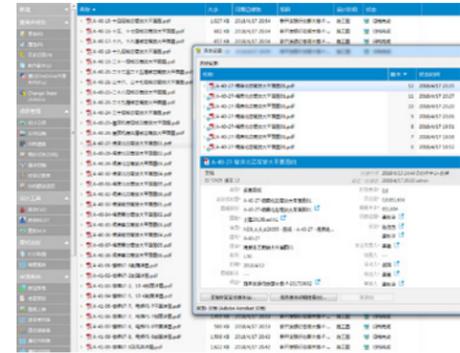


图21 蓝转白上传图纸

四、结语

对设计企业而言，如何在设计管理过程中利用BIM技术建立起项目级的信息管理流程显得至关重要。通过多个项目的反复实践，逐步形成企业级的信息标准及管控流程，这必将成为设计企业的核心竞争力之一。通过信息化的管理手段，达到设计企业优质、高效的目的，发挥BIM技术的最大优势，助力设计企业的快速转型。



临金高速临安至建德段工程
BIM 应用

54 浙江省交通规划设计研究院
有限公司



畅通城市西部交通 杭州绕城西
复线 - 杭州绕城西复线扩容段湖
州段 BIM 设计应用

72 浙江省交通规划设计研究院
有限公司



绘交通蓝图 铸工程丰碑 - BIM
技术在缅甸引航站项目中的运用

58 中交第四航务工程勘察设计院
有限公司



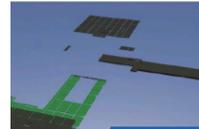
数字建造 转型升级 -BIM 技术在
某滨海核电厂海工工程中的应用

76 中交天津港湾工程设计院有限公司



BIM 助力中国工程 创造更多有益
价值 - 云南省玉溪市大坝路综合
管廊项目 BIM 技术综合应用

64 中设计集团股份有限公司



建设大西安都市圈立体交通体系
-BIM 技术在西韩城际等三条陕西
城际项目中的应用

80 中铁第一勘察设计院集团有限公司



探索桥梁工程 BIM 正向设计之
路 -BIM 技术在嘉鱼长江大桥中
的应用

68 湖北省交通规划设计院
股份有限公司

基础设施

Infrastructure

基础设施数字化，BIM、大数据、云计算以及分析技术正在改变基础设施规划、设计、构建和管理的方式。技术将更好地连接人员、流程和创意来创建更有弹性且可持续的基础设施。使用智能的、互连的 BIM 工作流程，帮助提高基础设施项目的弹性、效率和盈利能力。

面向建筑设计的Autodesk软件



AUTODESK ARCHITECTURE,
ENGINEERING & CONSTRUCTION
COLLECTION

一款重要的 BIM 工具集，适用于
建筑设计、基础设施和施工。

I INFRAWORKS

适用于规划、设计和分析的地理空间和
工程 BIM 软件。

R REVIT

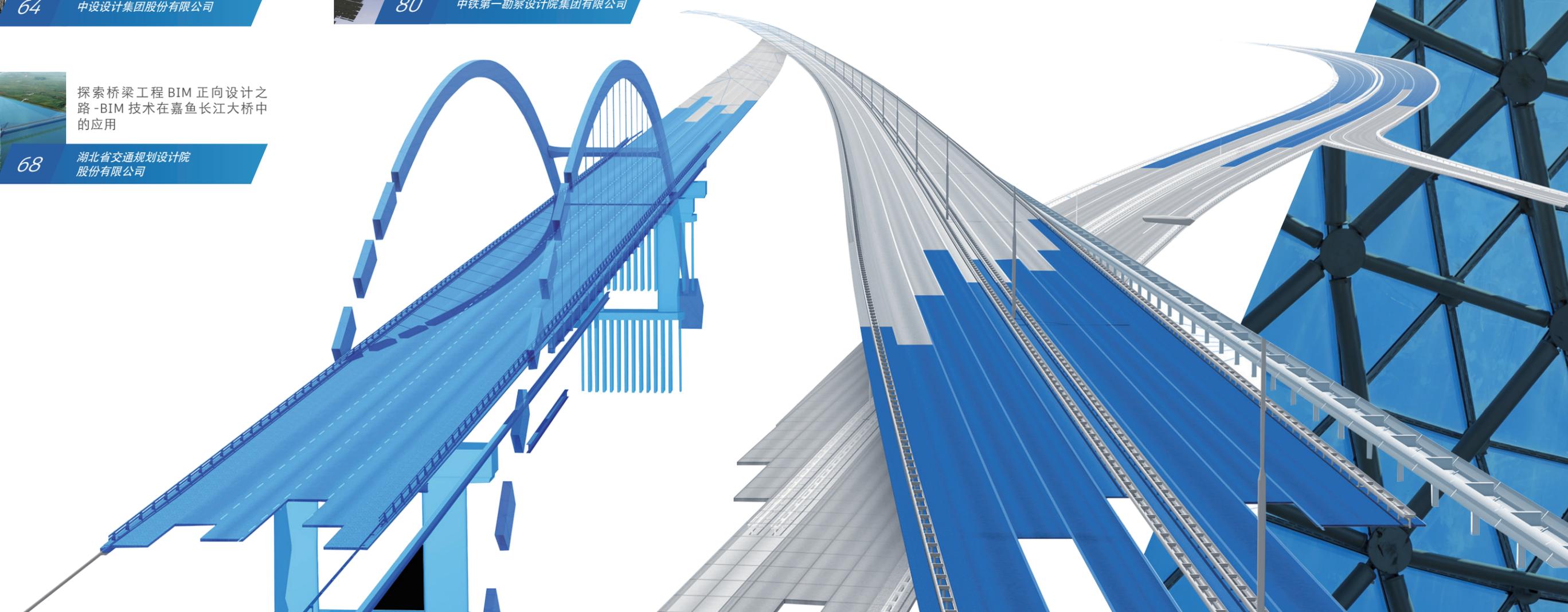
支持基础设施设计和工程的 BIM 工具。

A AUTOCAD CIVIL 3D

土木工程设计和施工文档编制。

R RECAP PRO

现实捕捉以及三维扫描软件和服务。



公司名称
浙江省交通规划设计研究院有限公司
浙江慧远工程数据技术有限公司

项目地址
中国，杭州（临安、桐庐、建德）

应用软件
Autodesk® Revit®
Autodesk® Civil 3D®
Autodesk® InRoads®
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® 3ds Max®
Autodesk® Dynamo
Autodesk® DWG TrueView™
Autodesk® Inventor®

BIM是土木工程所有信息的智慧化表述，它通过空间结构的模拟，专业网络的协同，实现快速精细的参数化设计；通过与互联网云技术、物联网技术的紧密结合，可以做到建设全过程虚拟和显示数据无缝传递，为更快捷、更经济、更环保地设计和管理基础设施项目提供了新的见解，让设计更合理，让施工更高效，让业主更明白，让管理更科学。

—王昌将
浙江省交通规划设计研究院有限公司
副总经理
浙江智慧交通研究院常务副院长

临金高速临安至建德段工程 BIM应用 基于BIM的山区长省际高速公路设计 新思路



图1 项目鸟瞰图

浙江省交通规划设计研究院有限公司
浙江省交通规划设计研究院有限公司（英文简称ZJIC）是集公路、水运、市政、轨道交通、建筑、规划、咨询、勘察（测）、设计、科研、设计施工总承包和工程试验检测等于一体的科技型单位，拥有“十甲五乙”的工程咨询与勘察资质、工程总承包资质、检验检测资质和对外经济合作及进出口企业资格证书，具备承担国家发改委、交通运输部等政府部门委托咨询评估任务资格，并通过质量、环境和职业健康安全管理体系认证。公司创始于1951年，2017年1月起隶属于浙江省交通投资集团，总部设在风景秀丽的杭州西溪湿地旁，现有职工1000余人。企业以发展自己、服务全局为宗旨，承担了省内外大量重点工程和基础设施项目的勘察设计研究与咨询工作，依托交通跳出交通，立足本省拓展省外海外，业务领域取得了综合发展，已进入柬埔寨、斯里兰卡、瓦努阿图等多个国家市场，综合化国际化发展取得显著成效。获得国家和省部级勘察、设计、咨询等各类奖280多项，省部级科学技术奖50多项，取得国家专利近50项，主编和参编行业标准和地方标准30多部，获得省、部文明单位、交通运输行业先进集体、全国勘察设计行业优秀设计院等荣誉称号，是国家级博士后科研工作站、高新技术企业和浙江省高新技术企业研究开发中心。

浙江慧远工程数据技术有限公司
浙江慧远工程数据技术有限公司创建于2015年，公司位于浙江省首批创建的十个示范特色产业小镇之一，阿里巴巴云栖大会永久落户地——杭州市西湖区云栖小镇。公司致力于推动工程信息化的落地应用，为客户提供快速而精准的服务，业务范围主要涵盖公路市政、轨道交通、房屋建筑、水务管廊、医疗卫生、文化体育、石油化工等领域，在项目的设计、施工、运维等阶段提供数据模型及其应用和管理等咨询服务，同时也为客户提供企业级工程数据应用整体解决方案。在新的发展时期，浙江慧远工程数据技术有限公司在“注重科技、分享创新”的理念引领下推进业务模式创新、体制机制创新，助力行业转型升级。

一、项目概况

临金高速公路临安至建德段工程是《长三角都市圈高速公路路网规划方案》“一纵”中宁金高速公路的一段，是连接浙皖两省的重要通道，其建设对于打通省际高速公路通道、加快长三角一体化发展意义深远。项目起于浙皖交界的千秋关隧道，与宁宣杭高速公路安徽段衔接，路线往南经临安、桐庐、建德，终于杭新景高速安仁枢纽。推荐方案路线全长约85.4公里（总研究里程达180公里），采用双向四车道高速公路标准，设计速度100公里/小时，路基

宽度26米；全线设置桥梁约21.7公里/75座，隧道约33.8公里/29座，桥隧比65.0%；沿线设置枢纽2处，互通7处，服务区2处，停车区1处，项目总投资约205亿。测绘区面积达125平方公里，地形起伏500米以上，基础数据达40G以上，是一个地形地质条件复杂、影响因素多、环保要求高、实施难度大的典型带状工程。



图2 总体布局图

二、设计理念

深入贯彻《中共中央、国务院关于加强推进生态文明建设的意见》、《交通运输部办公厅关于实施绿色公路建设的指导意见》（交办公路【2016】93号）、《交通运输部关于打造公路水运品质工程的指导意见》（交安监【2016】216号）和《交通运输部办公厅关于推进公路水运工程BIM技术应用的指导意见》（交办公路【2017】205号）的精神，以临金高速公路临安至建德段工程为依托，梳理总结山区长大省际高速公路特点、难点与重点，通过空间结构的模拟在三维数字环境中展示、比选及确定设计方案，深入开展勘察设计全过程BIM技术应用研究，实现对传统设计方法的升级。

三、BIM应用目标

建立带状工程中各专业协同工作模式，积累和构建高速公路工程中各专业构件库；在设计阶段实现带属性BIM模型的智能化构建和协同性检查，利用建立的BIM模型进行辅助设计和优化设计；进行勘察设计全过程的数据共享，通过BIM模型快速形成关键节点的施工工期及施工工序模拟，实现设计与施工、运营的无缝衔接，并预留全寿命周期接口。

四、BIM应用内容

应用一：路线总体方案选择
山区公路沿线影响因素多，项目穿越杭州市下辖的三个县（市区），与多条高速公路、国道相交，途经旅游风景保护区、文物保护单位、水源保护区、岩溶景区、规划星级酒店等控制点，场地建模过程中需要综合考虑各项影

响因素。传统的二维地形图由于测量手段的限制，信息表达不精确，遗漏点多，受视野所限，通过实地踏勘补充的信息也非常有限，选线更多依赖于设计者的经验。

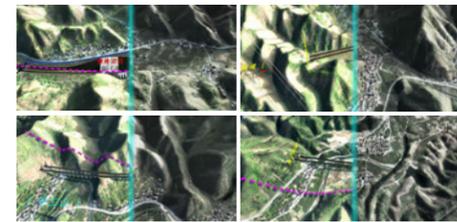


图3 项目三维图

解决方案1：BIM+GIS虚拟场地踏勘

将无人机航空摄影测量、高分辨率卫星测量、三维激光测量等多来源高精度的影像数据进行整理，并于实际地形进行匹配，形成三维真实的区域地面环境模型，在此基础上建立基于BIM的项目三维信息模型，对全线180多公里的线路进行多角度、全视野虚拟踏勘，打破现场踏勘时人眼视线的局限性，从最有利视角观察周边环境，更全面地了解地物地貌及相关控制点。在虚拟模型中，还可同时对推荐线位和比较线位进行三维展示，优劣对比一目了然，效果非常直观。



图4 现场踏勘



图5 BIM+GIS虚拟场地踏勘

解决方案2：平纵路线组合设计

传统设计过程平面与纵面设计相对独立，平面设计时无法充分考虑结构物的布设，通常在平面设计完成后再进行纵面校核。BIM模型三维选线可以直观看到沿线的控制因素，同时对平

纵组合调整，快速形成工作面，多维分析结构物布设及路基挖填方量、永久性基本农田占用情况等，综合判定线位布设的合理性，有效提高了路线总体设计的质量和效率。



图6 桥隧比分析



图7 侵占永农分析

解决方案3：结构物智能布设

道路专业完成路线设计后，用带有判断功能的装配部件快速进行全线的桥隧结构物布设。项目组在定制装配部件时预设一个阈值，在路线与原始地面线高差达到阈值时自动判定切换成路基、隧道或者桥梁装配。全线加载智能装配后，路线上直观标注各结构物位置，快速得到全线的初始桥隧比。

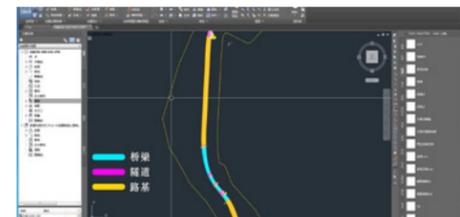
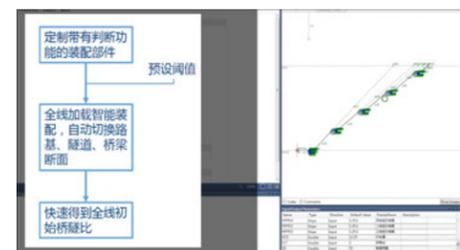


图8 智能桥隧配置

应用二：路堑边坡设计

山区公路存在大量路堑边坡设计，设计过程中需要综合考虑地形、地貌、地质等因素，因地制宜地进行边坡设计，保证边坡设计的经济性和合理性。

解决方案1: BIM+数字地层三维地层

结合地质情况进行三维场地削坡,可以直观发现边坡设计中存在的问题,通过优化设计,避免出现“削山皮”等开挖面大、支护不合理的现象,同时重点对“鼻状”地形、“尖形山顶”等复杂地形进行设计复核。

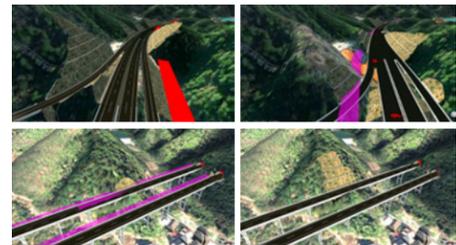


图9 复杂地形

解决方案2: 工程量辅助计算

对于路基设计中误差较大的互通匝道、分离式路基上下行之间的挖方量计算。通过三维模型,可直接制定编码规则,提取扣减后的工程量,以及各级筑路材料可利用部分工程量,在设计中深化设计内容。



图10 深化设计

应用三: 排水设计

本项目位于浙江省西部山区,属亚热带季风性气候,受大气降水季节性影响显著,河流暴涨暴落,排水设计难度大。由于排水对于沥青路面寿命、路基稳定性、行车安全性影响重大,设计师往往花费大量精力考虑排水设计是否合理。

解决方案1: 汇水面分析

三维场地包含完整的GIS信息,在三维场地上任意点选,可以模拟该点的水流方向,对整个场地进行汇水分析,直观看到地表径流的汇水方向。将该技术运用到道路排水设计中,项目组可以准确计算汇水面积,精细设计每一段排水边沟和排水涵洞的最佳位置和最优结构尺寸。

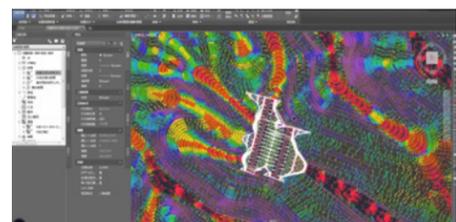


图11 汇水面积分析

解决方案2: 路面排水核查

路面合成坡常常出现坡度小于0.5%的情况,坡度过小导致路面自然排水缓慢,容易产生积水,影响行车安全。项目组使用参数化横断面装配生成道路后,便可以查看路面任意点的坡度,项目组将坡度过小的区域高亮显示,快速找到容易积水的路段,方便设计对此作相应处理。

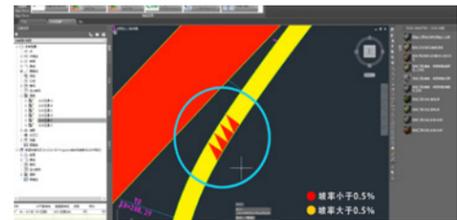


图12 路面排水核查

应用四: 装配式桥梁正向设计:

初步确定桥梁规模后,桥梁专业调用定制好的装配式桥梁组件快速完成方案模型。Autodesk Inventor定制的参数化组件在方案模型中通过识别地面线、桥梁边线的方式,自动预设初始几何尺寸参数,并在Autodesk Infraworks中进行快速的布设。

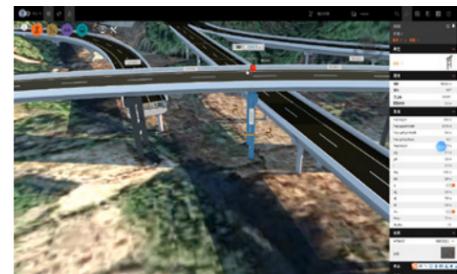


图13 自定义桥梁组件

施工图设计阶段,将上一环节数据导入Autodesk Revit中进行深化设计工作。利用dynamo的逻辑计算功能,项目组将设计原理编译成逻辑算法,程序能快速计算例如梁块细部构造尺寸、首尾夹角、配筋等设计数据。获得深化所需的数据后,项目组利用dynamo完成更细致的桥梁信息模型。装配式桥梁多为预制加工件,设计、加工、施工过程与信息化密不可分,基于BIM的正向设计过程可以充分发挥装配式桥梁信息模型的功能,通过简单的二次开发调取加工、施工环节所需的预制构件信息,确保装配式桥梁的建造质量。

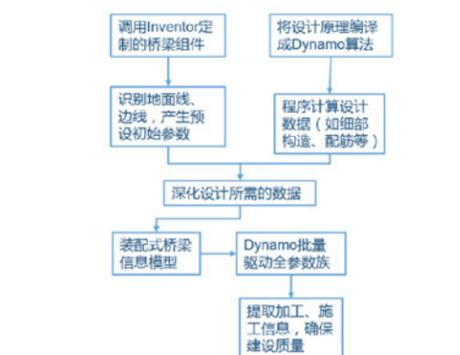


图14 正向设计探索思路

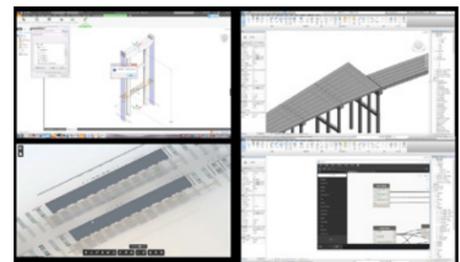


图15 软件操作界面

解决方案1: 上部结构设计

上部结构中,根据技术经济分析选用了预制T梁作为全线的的基本结构形式,并制定了全参数化的标准化构件模型。通过修改其中参数,可适应一座桥边中跨、边中梁、不同跨径、不同角度、不同结构尺寸的多种布置形式。做到了可重复利用、调用通用模型进行全线上部结构的创建。

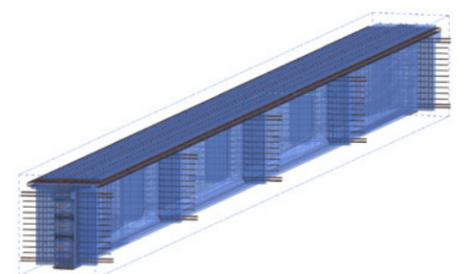


图16 参数化的标准化构件模型

解决方案2: 下部结构设计

为打造山区高速工业化建造标杆,践行交通运输部品质工程要求,设计团队在桥梁立柱、盖梁装配化上进行了深入研究。项目组通过BIM技术将桥墩进行参数化定义,在项目中各路段进行了快速的不同立柱构件种类的生成,归并种类后将BIM模型导入有限元软件中进行受力分析。反复比选后将立柱种类优化为1.2x1.2m、1.5x1.5m、1.7x1.7m三个尺寸。既保证了经济性又避免了规模效应差的问题。

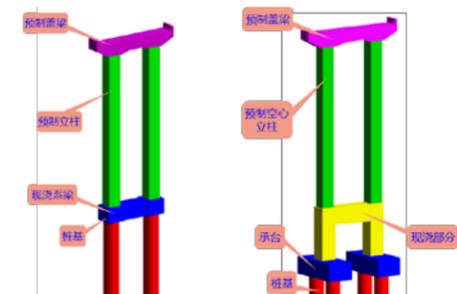


图17 下部结构设计

解决方案3: 装配式涵洞设计

按照“标准化设计、工厂化预制、装配式建造”的总体原则,从控制施工质量,节约工程造价,团队创新研究了箱型通道及拱型通道。通过BIM技术施工模拟,发现初设阶段设计承插口细节在施工中较难安装,需要水平向移动,结合多次考察情况及征询国内多家施工单位意见后,优化为槽口通长到底。同时以三维动画形式进行设计交底,BIM技术指导施工。

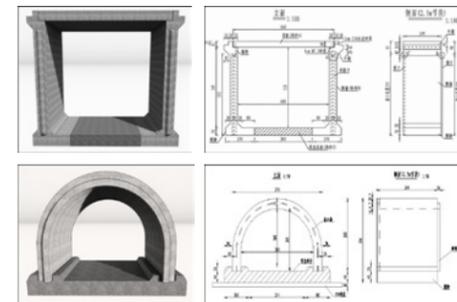


图18 优化槽口设计



图19 三维动画

解决方案4: 施工工序模拟

为克服山区高速在面对预制装配化桥梁时所遇到的困难,提出对常规架桥机进行技术改造,以实现上下部结构的一站式安装。根据构造尺寸以及路线设计参数,设计联合承建单位共同研发满足上述要求的新型架桥机及相关施工工艺,利用BIM技术进行了施工全过程模拟。



图20 施工全过程模拟

解决方案5: 桥梁高程和桩位复核

检查盖梁顶部与梁底之间的预留空间是否满足设计要求,通过软件定位桥墩位置,获取桥墩支座位置混凝土垫块的高程值,同时获得垂直方向相对应的梁底高程值,计算所得差值并导出至Excel。通过Excel自动判断导出的高程差是否在设计要求的范围内,若超出该范围则会自动报错。该方式在已有模型的基础上能大大加快高程检查的速度同时消除了人为差错的风险。



图21 设计复核

模型建立时通过图纸信息中的相对位置关系,确保下部结构放置位置准确,使之与上部结构位置协调。在后期校核过程中,通过桩基模型位置信息提取,得出桩基的中心坐标,并与图纸中桩位坐标进行一一比对,校核两个数据的误差阈值,如超限则自动提取桩柱编号生成《桩位校核超限表》反馈设计人员,通过这一辅助校核机制,极大提高了工作效率。



图22 模型校核

五、总结

临金高速临安至建德段作为该院第一个高速公路勘察设计全过程BIM应用,探索了一条标准化和模块化的技术路线,固化了一条公路项目BIM技术实施的通用技术路线,并形成了一套项目级的策划手册、建模标准、应用标准、验收标准等资源文件。

在交通运输部大力推广绿色交通,打造公路品质工程,浙江省构建智慧交通网络、打造交通强国示范区的宏观政策引领下,该院将继续发挥行业领头优势,以专业为基石,以技术为导向,全力推进新技术的探索、验证、应用、推广工作。借助BIM技术全面提升勘察设计工作质量和工作效率,与施工阶段、营运阶段实现无缝对接,实现建管养一体化数据共享,打造BIM技术应用的示范工程,提升企业形象,为我国交通建设行业树立新标杆。

公司名称
中交第四航务工程勘察设计院有限公司

项目地址
缅甸·仰光

应用软件
Autodesk® Vault Professional
Autodesk® Revit® 2017
Autodesk® Dynamo 1.3.0
Autodesk® Navisworks® 2017
Autodesk® Inventor®
Autodesk® Design Review

绘交通蓝图 铸工程丰碑

BIM技术在缅甸引航站项目中的运用

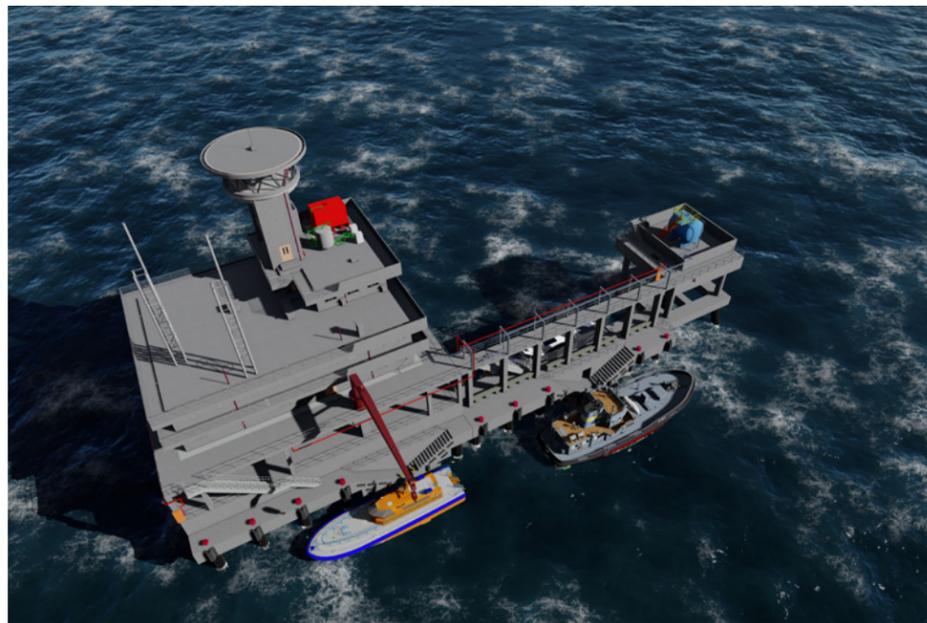


图1 项目模型总体效果图

BIM技术的基础是模型，核心是信息，关键在于管理。在信息化的浪潮下，BIM技术正在土木中各领域得到快速的增长。但实现信息数据在各平台各软件间无缝流动，利用BIM模型实现更高效更精细的设计和更协同的设计管理，以期更高层次地挖掘BIM在设计和应用上的应用，依然任重道远。

—陈良志
 院副总工程师，BIM中心主任
 中交第四航务工程勘察设计院有限公司

中交第四航务工程勘察设计院有限公司
 中交第四航务工程勘察设计院有限公司（原交通部第四航务工程勘察设计院，简称中交四航院）创建于1964年，是中国交通建设股份有限公司的全资子公司，是国内外知名的综合性大型勘察设计公司，拥有住房和城乡建设部核准的“工程设计综合资质甲级”、“工程勘察综合类甲级”等资质证书。主营业务主要包括水运、水利、建筑、路桥市政、轨道交通、化工以及民用机场等行业，承担业务范围内的规划、投资、咨询、勘察设计、施工监理、工程设计施工总承包等业务。

自成立以来，公司在国内外共计完成大型工程勘察设计、工程监理、工程管理和总承包项目2000多个，足迹遍布50多个国际和地区，完成了一批具有国际先进水平的勘察设计项目，包括了巴基斯坦瓜达尔深水港、安哥拉罗安达油码头、港珠澳大桥岛隧工程等一批具有国际影响的勘察设计项目。

在BIM技术探索与运用方面，公司从2007年在港珠澳大桥岛隧项目中首次使用三维技术进行设计；2008年开始三维设计信息系统（Hidas）研发工作；2010年开始BIM技术的

探索与研究；2014年重点从事BIM技术在专业领域的运用；2016年成立公司级别BIM技术中心，统筹全院BIM技术发展；2018年，成立Autodesk授权培训中心（ATC），持续快速推动BIM技术发展。目前，该院根据水运行业的特点与自身个性化的设计习惯，开发了水运行业BIM整体解决方案，并在大量的项目种实践运用，积累了大量的族库和经验，取得了多项软件著作权，在国内外BIM实践评选中获得了多项大奖。

工程概况

缅甸引航站项目位于缅甸仰光河入海口，是我国“一带一路”和“中缅经济走廊”沿线的重要境外经贸合作项目，是缅甸仰光新城首批落地项目。该引航站位于离岸20海里海面处，是世界上第二座、缅甸境内第一座海上引航站，属于新型海上建筑物。项目总投资约2000万美元，建成后将为入缅的港船只提供引航服务，同时兼顾船舶靠泊、油罐输油、办公住宿、娱乐观光等功能要求。

引航站下部结构是钢管桩基础，上部结构由三部分组成：主平台，包含4层的航站楼和信号塔等设施，栈桥平台以及一个油罐平台。



图2 项目现场照片（2018年05）

项目模型总体效果和施工阶段现场的照片如图1所示：

项目的主要特点是地质条件差，淤泥层厚，外海作业风高浪急，给施工和设计带来很多难题；空间狭小但功能要求多，涉及包括水工结构、建筑结构、钢结构、给排水、暖通、电气、通导、港口工艺、储运油工艺等专业；结构异形，机电油管线错综复杂；工期紧，为了赶在雨季来临前完成桩基施工，设计时间被不断压缩。

为保证工程顺利进行，该项目在设计阶段引入BIM技术，提前规划、重点模拟、化繁为简、减少返工。

BIM前期准备

组建项目团队

基于正向设计的理念，本项目的BIM设计团队从项目的设计团队中抽调组建。在BIM岗位上分别设置了BIM项目经理、BIM项目副经理、协调员和各专业的设计建模人员等BIM岗位。

制定项目策略书

本项目中，从可行性研究阶段到施工图阶段，BIM设计和管理的理念和方法一直贯穿在整个过程中。项目前期结合项目特点，根据英标、美标及该院的相关标准等，编写项目本身的《缅甸引航站项目BIM策略书》，用于项目过程中的设计协同和文件控制。《项目BIM策略书》对项目过程中各个方面都进行了详细的、

具有实操性的规定，如制图标准化、模型LOD精度等级、构件的编码命名、设校审流程、模型颜色管理等。项目策略书的运用，确保了项目协作高效精确，设计成果整洁美观。



图3 项目BIM策略书封面及章节目录

搭建设计协同平台

该项目的BIM设计涉及Autodesk等跨平台的软件。针对其涉及专业多、软件多样的特点，项目采用Autodesk Vault 协同设计平台和阿里云服务器，进行多专业、多参与方、多地点的设计协同。包括：

(1) 设计协同：对数据和文件进行全过程的数字化管理，实现了包括文件版本控制、权限管理、异地同平台协同、设校审流程、文件自动编码等在内的协同设计功能，确保每个设计人员能够访问实时、唯一的数据。

(2) 文档管理：基于Autodesk Vault的生命周期功能，保存文件“里程碑式”的版本，实现了文件数据的可追溯性。

(3) 族库管理：主要用于放置各类设计模板、构件库、材料库，并可以根据权限分配进行上传、下载、在线浏览、使用和维护。

BIM技术基础运用

BIM三维设计

三维地质建模

三维地质模型的建模，可通过Autodesk Civil 3D 或该院自主开发的HIDAS 地质模块生成，但其与Autodesk Revit 文件的互导兼容性效果不佳。本项目中，通过Autodesk Dynamo + Autodesk Revit方式进行建模，为该工程问题的解决提供了另外一种思路。三维地质模型，能更直观地展示土层的分布，任意剖切出图，添加土层参数等，并导入到结构软件中进行计算，为项目的桩基设计提供有力保障。

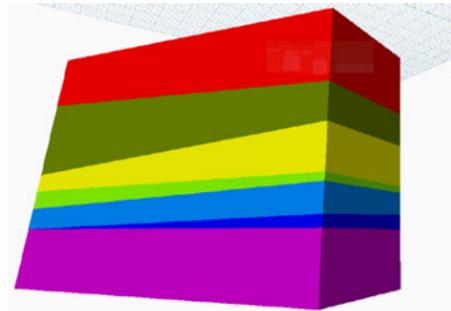


图4-1 Autodesk Revit中的三维地质模型 三维效果展示

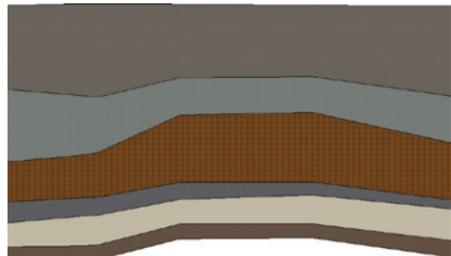


图4-2 Autodesk Revit中的三维地质模型 剖切出图

常规模型明细表					
A	B	C	D	E	F
类型	体积	土层类型	内摩角度	不排水抗	平均粘聚力
淤泥mud	37655.94	CLAY	0	100	7
mucky clay	22585.93	CLAY	0	200	42
fine sand	27009.97	SAND	0	400	30
medium sand to co	7320.63	SAND	28	0	30
medium sand	12722.18	SAND	28	0	40
Strongly weathere	6810.30	SAND	28	0	50

图4-3 Autodesk Revit中的三维地质模型 各土层参数

结构、水暖电等建模

设计过程中，总图专业首先完成总平面布置，并将设计成果上传到Autodesk Vault 公共数据共享平台。其它专业的设计人员以链接的形式引用总图条件，在各自的设计平台上并行设计。其中，港口结构、建筑结构、水、暖、电、通导等专业采用Autodesk Revit完成建模；港口工艺专业采用Autodesk Inventor 完

公司名称
中设计集团股份有限公司

项目地址
 中国，云南玉溪

应用软件
 Autodesk® Revit® Architecture
 Autodesk® Revit® Structure
 Autodesk® Revit® MEP
 Autodesk® Navisworks®
 Autodesk® InRoads®
 Autodesk® 3ds Max®
 Autodesk® Vault Professional

BIM助力中国工程 创造更多有益价值

云南省玉溪市大坝路综合管廊项目 BIM技术综合应用



图1 玉溪市大坝路综合管廊平面位置图

中设计集团股份有限公司

中设计集团股份有限公司是一家综合性工程咨询集团，前身为始建于1966年的江苏省交通规划设计院，集团先后荣获300多项国家、部、省级科技进步奖、优秀工程勘察设计奖和咨询成果奖以及多项国际大奖。集团系ISO9001认证企业和江苏省高新技术企业。2014年，公司在上海证券交易所整体上市（中设计集团，603018）。2015年，中设计集团成立。

— 苏嫣钰、俞苗
 玉溪管廊BIM负责人
 城建规划设计研究院
 中设计集团股份有限公司

历经五十多年的发展，中设计集团成功实现了从传统院所结构向集团管控型组织架构的战略转型，形成了以综合规划研究院、交通设计研究院、水运设计研究院、城建规划设计研究院、铁道规划设计研究院、环境与智能事业部、工程管理与检测事业部等七大业务板块为引领的全行业、多领域融合发展的战略格局，可提供从战略规划、工程咨询、勘察设计到科研开发、检测监测、项目管理、专业施工、后期运营等全寿命周期的一体化解决方案。

未来，中设计集团将在“走出去”和“卓越、极致”两大战略的指引下，秉承“伙伴共生，卓越致远”的企业价值观，以“成为交通发展与城市建设的顶尖技术服务商”为愿景，以“设计+”为核心，以交通、城市、创新意识、资本、互联网五大战略发展方向为引领，进一步提升在全球范围内整合资源的能力，致力于成为一家以资本和创新驱动的国际性、多元化发展的平台型工程咨询集团。

中设计集团BIM技术中心下设BIM应用小组，在公路、水运、地铁、高铁、建筑、市政管廊等多个专业行业开展BIM应用工程示范，团队成员约100人，均是各来自不同专业的设计骨干，涉及建筑、结构、机电、轨道交通、道路、桥梁、隧道、水运、智能交通、检测等涵盖集团业务主要专业，能够满足BIM工程项目各阶段实施需求。

集团拥有在公路、运管、航道、港口、海事等多行业方向多个GIS应用系统的成功实施经验，已经对GIS技术的系统应用有比较深入的了解，积累了丰富的GIS技术应用经验。

2016年，集团投入1900多万元资金，打造云计算与大数据平台，强有力的支持BIM协同设计工作，开展“集团BIM行业应用关键技术研究”课题。2017年，集团持续投入560万元，开展《集团2017年度BIM科研课题与示范项目》。另外，中设计集团与Autodesk公司签订了战略合作协议，我们将充分利用Autodesk公司的优质技术平台实现工程技术行业的BIM应用。

经过多年的探索研究应用，近几年集团BIM应用取得了可喜的成果，例如：苏锡常南部高速公路项目获得2017年第八届“创新杯”建筑信息模型（BIM）应用大赛优秀公路BIM应用奖；“玉溪市2017-2018城市大坝路综合管廊”获得2018年第九届“创新杯”建筑信息模型（BIM）应用大赛管廊类BIM应用第一名。“BIM技术在泰州国际集装箱码头有限公司勘察设计中的应用”获得2018年第九届“创新杯”建筑信息模型（BIM）应用大赛水运工程类BIM应用第二名。

前言

综合管廊是指建于城市地下用于容纳两类及以上城市工程管线的构筑物及附属设施，即建造一个市政公用隧道，将电力、通信、给水排水、燃气、热力等多种市政管线集中在一起，并设投料口、进风排风井、人员出入口、通风、监控等附属系统，实行“统一规划、统一建设、统一管理”以做到地下空间的综合利用和资源的共享，是保障城市运行的重要基础设施和“生命线”。

综合管廊避免了由于敷设或维修地下管线而反复挖掘道路，减少了对道路交通和居民出行造成的影响和干扰，能够保持路面的完整和美观；提高了市政管线的耐久性和安全性；便于对各种管线的敷设、增设、维修和管理；有效利用了地下空间，节约了城市用地；减少了道路的杆柱和架空线等，保证了城市的整体景观，提升了城市品位。

综合管廊类项目具有综合性、长效性、可维护性、高科技性、防震防灾性、环保性、低成本性、投资多元性及营运可靠性等特点。从综合管廊工程的特点可以看出，综合管廊类项目具

有入廊管线众多、前期管位协调困难、节点布线复杂、二维图纸较难表达、管廊本身涉及专业多、各专业间设备较易发生碰撞冲突、管廊本身与工程周边环境关系复杂等设计难点，利用传统二维设计手段会遇到较多困难。而利用BIM技术，可有效解决利用二维手段设计综合管廊项目时遇到的难点，大大提高设计质量及效率。

一、项目概况

云南省玉溪市大坝路综合管廊建设项目属于玉溪市城东区综合管廊项目工程，位于玉溪市红塔区，由玉江大道至现状大坝路终点，总长2.67公里。该管廊服务周边居住、商业及行政办公用管需求。大坝路管廊北侧有雨水箱涵，且有两处过路；沿线还有东风北沟和红旗水库引水渡槽，沿线相交管廊有玉江大道管廊及红龙路管廊，建设条件十分复杂。

大坝路综合管廊共计布设端部井1座、出线井15座、进风井1座、进风井及投料口7座、排风井8座、交叉井1座，人员出入口4座，燃气分段阀井3座。该管廊为三舱结构，分别为电力舱、燃气舱和水信舱，入廊管线有电力电缆、通信线缆、给水管、燃气管。

中设计集团股份有限公司承担设计的玉溪市大坝路综合管廊项目BIM技术综合应用项目荣获2018年第九届“创新杯”BIM设计大赛·管廊组第一名。

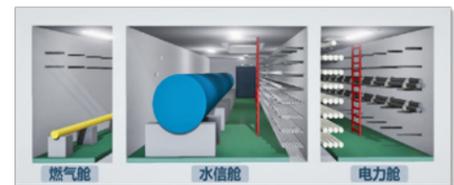


图2 大坝路综合管廊标准断面



图3 软硬件环境

二、BIM技术应用

玉溪市城东区综合管廊项目从设计、施工至运维，将BIM技术集成应用于管廊建设的全生命周期。

（一）、创建三维实景模型

本项目前期采用倾斜摄影技术，使用大疆多旋翼无人机采集现状地形、地貌数据，应用Recap、Autodesk 3ds Max等软件对采集的数据进行后期处理，得到设计所需的大范围、高精度、高清晰的场地三维模型，并结合现状管线物探资料，形成场地现状GIS数据库，用于现状管线迁改时序及位置的可视化模拟，增强了交流效果，将设计意图充分表达，使管线工程与管廊工程有序推进。



图4 倾斜摄影技术建立三维模型



图5 三维实景模型

（二）、标准化、协同化BIM设计

通过以往综合管廊工程设计实施积累的丰富经验，集团已编制成了一套企业级的管廊BIM标准——《管廊工程全生命周期BIM技术实施指南及设计阶段模型应用标准》，并在集团自主研发的BIM构件库平台中积累了成套的管廊工程族库。



图6 企业级管廊工程BIM指南与标准



图7 企业级管廊工程BIM标准部分内容

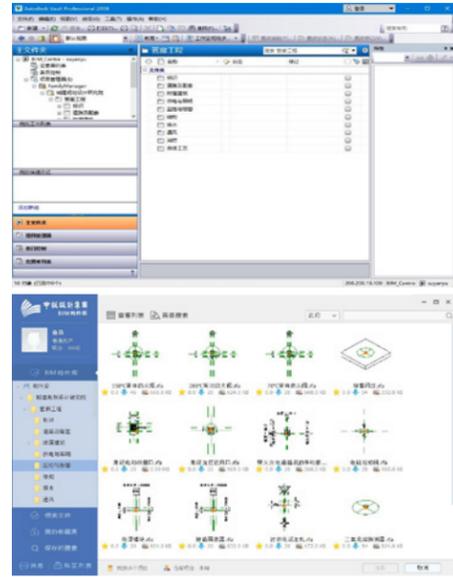


图8 构件库管理平台

在此基础上，玉溪大坝路管廊项目在设计阶段，利用Autodesk Revit及相关综合管廊设计软件，进行正向协同设计，形成项目设计三维

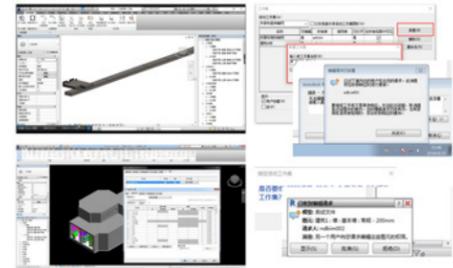


图9 协同设计

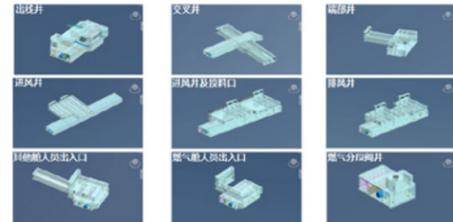


图10 主要功能井节点

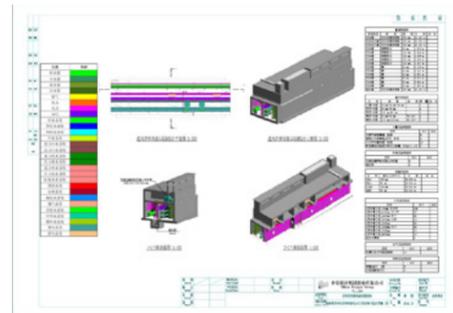


图11 功能井节点出图

化、可视化的BIM模型，并生成符合施工图审查的二维施工图纸，在项目的实施过程中实现了标准化、协同化BIM设计。

(三)、数据集成

将三维地形、管廊模型、道路和现状管线等数据整合至同一平台中，业主及施工单位都可按需提取任意构件数据信息，集成后的全数据信息模型更为直观化、规范化，移交至施工阶段，可为各建设单位交流沟通搭建桥梁，使得各方工作无缝衔接。这套数据也将是未来智慧城市建造中基础设施数据的一个组成部分。

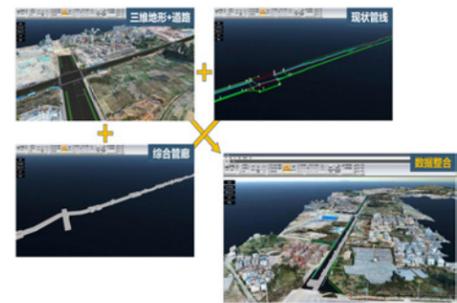


图12 数据整合

(四)、施工模拟

1、全段施工工序模拟

利用Autodesk Navisworks生成节点三维动画，真实再现施工过程，对施工方进行工序交底，指导施工方利用模型配合施工。

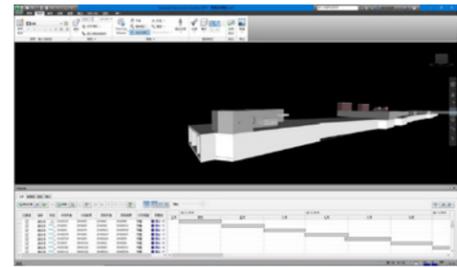


图13 施工工序模拟

2、复杂单体施工模拟

利用Fuzor软件，结合BIM数据与GIS数据，对复杂功能井从土方开挖、基坑支护到主体建造



图14-1 基坑支护施工模拟

全过程进行详细的施工模拟并制作成动画，充分的展现了设计意图并提前预警在施工中可能发生的问题，通过施工模拟与现场对比分析选择最优施工方案，确保施工高质量完成。



图14-2 基坑支护施工模拟

3、施工场地布置模拟

利用Autodesk Revit进行三维建模，将场地的生活区、办公区、施工区等合理划分，并对施工区域内物料区、道路、临时水电布置等进行

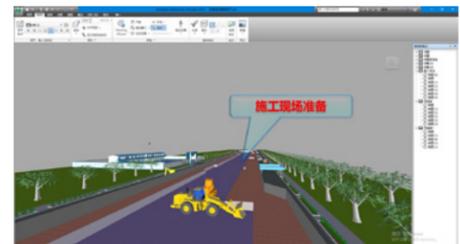


图15 场地布置模拟

合理布置。基于已经划分好的场地区域，在施工场地对设备进出场进行模拟，保证设备移动路线合理。

(五)、交通组织模拟

利用Autodesk Infracore对管廊场地进行仿真模拟，对交叉井施工时的复杂道路交叉口进行交通组织模拟及交通疏导等，提高了协同和沟通效率，实现绿色建造，文明施工。



图16 交通疏导

(六)、VR技术应用

BIM模型数据采用VR技术进行多方设计阶段成果汇报、沟通和技术交底。让业主及施工单位身临其境地感受到设计成果，对设计成果提出可行建议从而提升设计质量。这种汇报不但能直观的反应施工现场情况还能提前预警存在的安全隐患，杜绝安全事故的发生。



图17 内部漫游



图18 VR技术沉浸式体验

三、自主研发平台软件

运维阶段通过中设计集团自主研发的基于BIM+GIS的中设智慧管廊监测管控运维一体化平台软件（V2.0），整合BIM+大数据。

中设智慧管廊监测管控运维一体化平台是针对综合管廊，集综合监测、智慧管控、运维管理于一体的信息平台，已取得国家计算机软件著作权。该平台实现管廊环境与设备监管、安防监管、消防监管、资产与运维管理、统计分析、应急管理等功能。平台融合GIS、BIM技术，支持二三维一体化展示与联动；所有数据采用统一入口进入系统后进行管理，系统维护快捷方便，实时性强；系统集成性好，支持多种设备、环境与消防、视频、门禁等的集成和联动。

通过信息化智能化手段，充分利用设计、建造阶段等形成的数据信息，用于本项目管廊运营管理，实现对综合管廊的数字化管理。



图19 运维平台框架



图20-1 运维平台界面



图20-2 运维软件界面

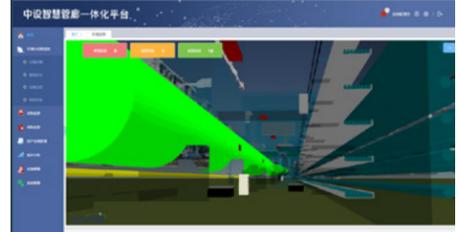


图20-3 运维软件界面

四、结语

本项目集成应用GIS+BIM+VR+大数据等新一代工程技术，实现了BIM对设计-施工-运维的全生命周期的运用，不仅提高了设计质量、清晰了设计意图、提前预警施工中存在的问题，还使得各方沟通更为便捷准确。在项目进行过程中形成了企业级管廊工程在全生命周期的应用指南和设计阶段应用标准，加快了城市发展步伐、提升了城市发展质量、为建造智慧城市打下了坚实的基础。

公司名称
湖北省交通规划设计院股份有限公司

项目地址
中国，湖北

应用软件
Autodesk® AutoCAD®
Autodesk® InfraWorks®
Autodesk® Civil 3D®
Autodesk® Inventor®
Autodesk® Revit®
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® Nastran-InCAD

探索桥梁工程BIM正向设计之路

——BIM技术在嘉鱼长江大桥中的应用



图1 嘉鱼长江大桥

嘉鱼长江公路大桥BIM设计通过建立一个协同工作平台，不断积累族库，并结合AUTODESK软件进行二次开发，完成模块化、参数化的快速建模，然后联通计算分析模型进行整体分析或局部分析，确定是否满足设计要求，一旦满足设计要求后，将形成最终的BIM设计模型，进行三维展示、二维出图、工程量统计等，最后交付信息化设计模型。该技术在项目上的成功应用，为桥梁工程BIM设计开拓了一条全新的思路，具有极大的行业启发性和行业推广价值。

—廖原
主任工程师
湖北省交通规划设计院股份有限公司

湖北省交通规划设计院股份有限公司湖北省交通规划设计院股份有限公司始建于1960年，是全国交通行业中门类齐全、规模较大的综合性交通科技型企业，持有国家颁发的公路行业、水运行业、市政行业（道路工程、桥梁工程、城市隧道工程）工程设计甲级资质，测绘（工程测量）甲级、工程勘察综合类甲级、监理甲级资质，地灾治理勘察、设计、评估甲级资质，公路、港口河海工程、市政公用工程（市政交通）工程咨询甲级资质，风景园林、建筑行业（建筑工程）、市政行业（给水工程、排水工程）工程设计乙级，招标代理乙级等资质。

主要从事公路、桥梁、隧道、航道、港口、水运枢纽、市政交通工程等工程项目的规划、可行性研究、勘察设计、工程咨询、监理、工



图2嘉鱼长江大桥BIM效果图

程建设管理和招标代理等工作，具有独立承担国内外大中型交通工程项目全过程服务的能力。

一、项目概况

嘉鱼长江大桥，位于中国湖北省洪湖市和嘉鱼县之间，线路总长4960m，按双向六车道高速公路标准建设。桥面宽度为33.5米，主跨920m，主梁采用闭口箱型截面，桥塔采用倒Y钻石型桥塔，是目前世界最大跨径非对称混合梁斜拉桥。

二、项目整体BIM实施总述

桥梁工程工程量大结构复杂，特大桥更甚，一直是工程领域，乃至BIM领域的重难点研究方向。桥梁内部构造繁杂，冲突碰撞在所难免，造成的返工拆改、进度延误一直是项目组想解决的问题。

众所周知，BIM在设计领域最基础的价值体现就是碰撞检查，按道理来说BIM就是项目组解决问题的最佳途径，可BIM技术一直以来却难以在桥梁工程中真正落地。

项目组分析其原因是在于，对于BIM技术发挥价值而言，模型完整度和颗粒度是至关重要的。模型做到了什么水准，项目组才能期待

BIM将产生哪些价值。全桥钢筋、骨架、锚具、预应力、埋件不计其数，不做这些内部构造模型或只做少量的工点模型，是解决不了整体工程问题的。可如果要做这些内部构造模型，工作量、模型量又难以承受。这个矛盾就是本项目，乃至桥梁工程的最大难题之一。

因此，项目组通过本项目的实践，终于找到了一套基于模块化设计理念的，提高桥梁BIM效率的方法，并基于此研究可落地的正向设计体系，才得以在本项目中实现真正达到工程深度需求的BIM应用。项目组以Autodesk Inventor的模块化、装配式的BIM设计理念，结合根据本项目设计需求和工程需求综合提炼的桥梁工程结构化体系，高效的完成了全桥达到工程实用深度的，参数化、模块化、结构化BIM模型。

基于此过程，项目组在如何通过BIM技术提升设计团队生产力方面，也获得了一些经验，清晰的工作流与分工，让工程师、设计师专注于桥梁设计；让建模员充分发挥BIM技术专长，可以不再苛求一定具备丰富的工程经验，从而达到为工程师、设计师减负，为建模员降低门槛，从根本上优化桥梁设计人员配置和分工，达到整体提升设计效率和品质的目标。

对于设计单位而言，最大的BIM需求就是将BIM设计落地。在桥梁领域，从Autodesk InfraWorks的方案比选、到Autodesk Nastran-InCAD计算分析、到Autodesk Inventor的模块化设计以及自动算量出图，最终到基于自主研发平台的施工移交，项目组形成了这套完整、高效的设计体系，也就达成了桥梁BIM设计落地的目标。项目期间欧特克技术团队和欧特克代理商北纬华元一直与项目组深入合作，为项目提供应用乃至研发的各种咨询服务，协助和辅导项目组共同完成本项目的创新与实践。

三、项目BIM技术难点

1. 特大桥工程BIM设计模型量、工作量巨大，达到施工精度往往多达上千万构件数量级，模型工作量大，电脑硬件要求高。



图3 特大桥内部结构

2. 桥梁工程专业性强，BIM翻模方式不仅会产生大量专业设计师的重复劳动，还难以实时有效的解决工程问题，只有正向设计才能真正为项目保驾护航。

3. 带状工程与块状工程设计思路相去甚远，难以借鉴建筑领域成熟的BIM经验，需要探索一套符合桥梁工程思路的流程、语言、规则、标准与配套工具。

为了克服以上技术难题，项目组找到了一套高效的桥梁BIM设计方法。通过在此桥梁工程难度最高的特大桥项目中实践、印证，最终形成了完整的桥梁工程的BIM正向设计体系。

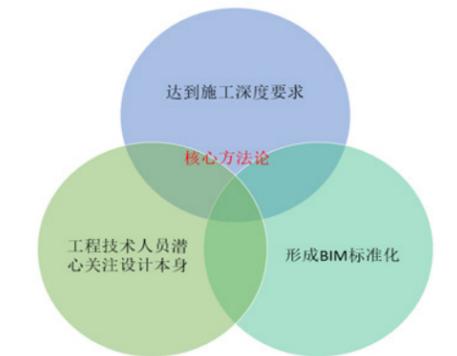


图4 桥梁BIM正向设计体系

四、BIM设计流程与标准

项目实施前，项目组制定了相关BIM设计流程及各阶段模型控制标准，确保项目实施的规范性。



图5 桥梁BIM设计流程



图6 桥梁BIM设计标准

五、桥梁正向设计解决方案

1. 方案研究

在方案选取时，通航部门在航线方面的严苛要求使项目方案始终不能确定。项目组将通

航控制因素航道、深泓线输入至Autodesk Infracworks中进行分析比对，最终选定920m + 330m桥跨方案，此方案跨越可通航水域宽度达1250m，主跨完全覆盖航迹线带宽范围和深泓线变化范围，且为通航安全适当留出富余空间，完全满足了通航要求。通航部门通过方案的演变讨论，通过了此方案。

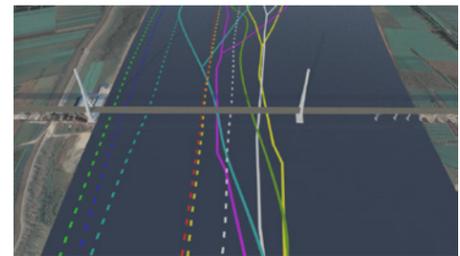


图7 方案比选

2. 应力分析，方案确定

方案确定后，将桥面方案模型输出至软件中进行初步计算验证，研究方案在结构上的可行性。

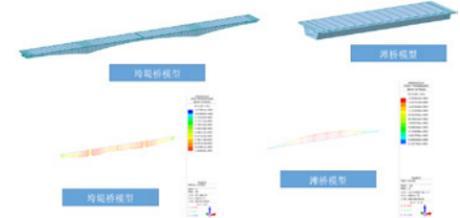


图8 应力分析

3. 线路里程分段，匹配线路措施表

将线路信息输出excel中，进行路线措施表的编制，不同梁段类型按照线路里程进行区分。

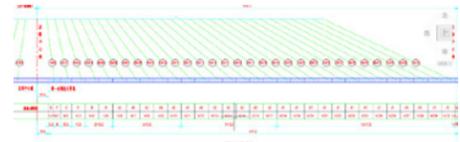


图9 线路措施表

序号	桥墩名称	梁段编号	起始里程	终止里程	梁段长度	梁段类型	类型	桥高	角度
37	桥墩 T16	1900206.0	1900099.0	9.0	19	现浇上跨	33.602	1.0391	
38	桥墩 T17	1900209.0	1900102.0	9.0	20	现浇上跨	33.602	1.0391	
39	桥墩 T18	1900212.0	1900105.0	9.0	21	现浇上跨	33.602	1.0391	
40	桥墩 T19	1900215.0	1900108.0	9.0	22	现浇上跨	34.169	1.0391	
41	桥墩 T20	1900218.0	1900111.0	6.9	23	现浇上跨	34.236	1.0391	
42	桥墩 T21	1900221.0	1900114.0	4.8	24	现浇上跨	34.488	1.0391	
43	桥墩 T22	1900224.0	1900117.0	2.1	25	现浇上跨	34.553	1.0391	
44	桥墩 T23	1900227.0	1900120.0	7.7	26	现浇上跨	34.993	1.0391	
45	桥墩 T24	1900230.0	1900123.0	3.0	27	现浇上跨	34.739	1.0391	
46	桥墩 T25	1900233.0	1900126.0	6.0	28	现浇上跨	34.873	1.0391	
47	桥墩 T26	1900236.0	1900129.0	3.0	29	现浇上跨	34.906	1.0391	
48	桥墩 T27	1900239.0	1900132.0	3.0	30	现浇上跨	35.506	1.0391	
49	桥墩 T28	1900242.0	1900135.0	3.0	31	现浇上跨	35.643	1.0391	
50	桥墩 T29	1900245.0	1900138.0	3.0	32	现浇上跨	35.781	1.0391	
51	桥墩 T30	1900248.0	1900141.0	3.0	33	现浇上跨	36.079	0.9546	
52	桥墩 T31	1900251.0	1900144.0	3.0	34	现浇上跨	36.279	0.9546	
53	桥墩 T32	1900254.0	1900147.0	3.0	35	现浇上跨	36.301	0.8926	
54	桥墩 T33	1900257.0	1900150.0	3.0	36	现浇上跨	36.296	0.8106	
55	桥墩 T34	1900260.0	1900153.0	3.0	37	现浇上跨	36.291	0.7286	
56	桥墩 T35	1900263.0	1900156.0	3.0	38	现浇上跨	36.286	0.6466	
57	桥墩 T36	1900266.0	1900159.0	3.0	39	现浇上跨	36.281	0.5646	
58	桥墩 T37	1900269.0	1900162.0	3.0	40	现浇上跨	36.276	0.4826	
59	桥墩 T38	1900272.0	1900165.0	3.0	41	现浇上跨	36.271	0.4006	
60	桥墩 T39	1900275.0	1900168.0	3.0	42	现浇上跨	36.266	0.3186	
61	桥墩 T40	1900278.0	1900171.0	3.0	43	现浇上跨	36.261	0.2366	
62	桥墩 T41	1900281.0	1900174.0	3.0	44	现浇上跨	36.256	0.1546	
63	桥墩 T42	1900284.0	1900177.0	3.0	45	现浇上跨	36.251	0.0726	
64	桥墩 T43	1900287.0	1900180.0	3.0	46	现浇上跨	36.246	0.0006	

4. 基于BIM通用工程模块的施工图设计

设计施工图设计按照工程模块考虑，通过修改模块参数完成图纸设计。

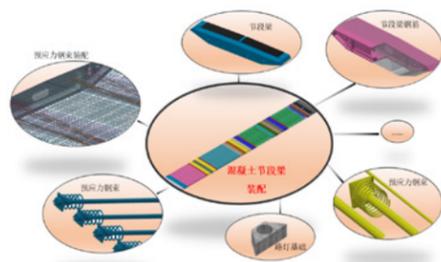


图10 工程模块分类

5. 通过BIM通用工程模块批量组装桥梁整体模型

桥塔、桥面、桥面系按照线路措施表进行桥梁装配，完成整体模型设计。

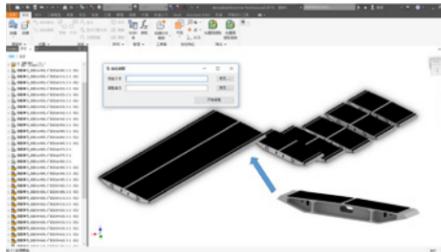


图11 模型自动装配

6. 桥梁节点应力分析

箱梁模块、斜拉索等节点模型通过Autodesk Nastran-InCAD插件进行有限元分析，输出计算书，完成结构设计。

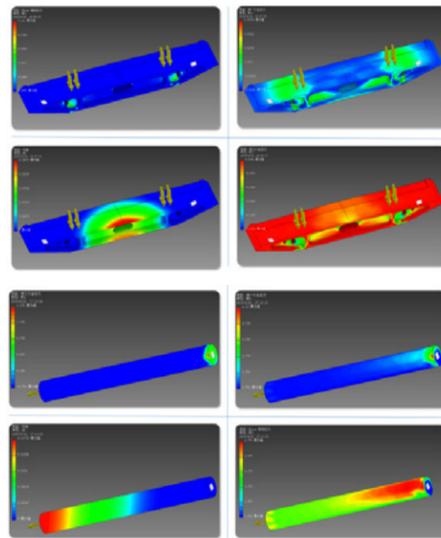


图12 箱梁、拉索节点有限元分析

7. 构件内部干涉检查

在Autodesk Inventor中进行钢筋与预应力的干涉检查。

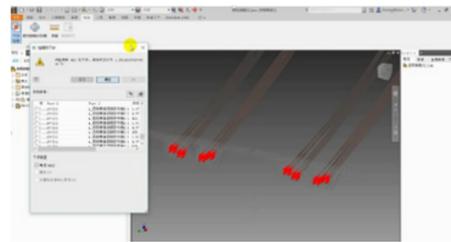


图13 干涉检查

8. 设计优化

根据检测结果优化设计，提高图纸质量。

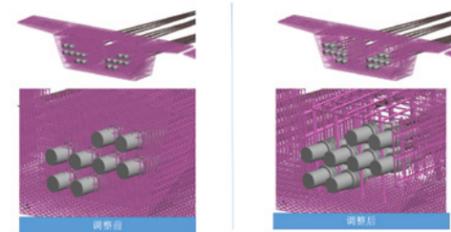


图14 设计优化

六、桥梁主体结构施工图正向设计要素

1. 参数化设计

不仅赋予模型信息，同时参数化程度与建模效率高低呈正比。通过Autodesk Inventor设置通用模块的各参数，得到适用的工程模型。本项目完整的参数化体系，能够真正实现衍生设计。在模型上做到梁段桥墩与线路关联，混凝土钢筋相关联，拉索与锚固关联，项目上做到信息与模型关联，模型与图纸关联，真正实现一处修改处处更新。

2. 模块化设计

模块化设计，由零件组装成部件，部件组装成标准模块，组装标准模块辅形成各个标准段落，辅以衍生设计装配生成项目模型。

标准模块中即包含全套所需施工图样板，施工图由各个衍生出来的实际项目模型直接提供，而非生成三维模型后再行剖切标注的传统BIM施工图设计模式，打破了传统BIM施工图设计标注、样式、线型处理繁复的瓶颈，大幅简化了施工图出图流程和工作量。

项目组将桥梁设计分为若干组超强参数化模块，设计师即仅需通过模块参数表、工程措施表分别完成配置、组装两件工作，模型自动生成。

3. BIM模型结构树

项目规模庞大、构件诸多，想要寻找某处细节模型无异于大海捞针。项目组为桥梁工程设计了全套符合工程逻辑的模型信息结构化体系，不仅能在数千万构件中，快速精确的调用查询项目任一构件和节点，也为移交施工应用提供了切实有效的BIM数据。



图15 模型结构树

七、BIM正向设计模式的人员配置、流程和效率

通过本项目实践，项目组形成了一套专业设计师搭建建模人员的正向设计体系。大幅解放了设计团队生产力。

工程师、设计师可以不再边工程设计边学软件命令；建模员充分发挥BIM技术专长，可以不再苛求一定具备丰富的工程经验。为工程师、

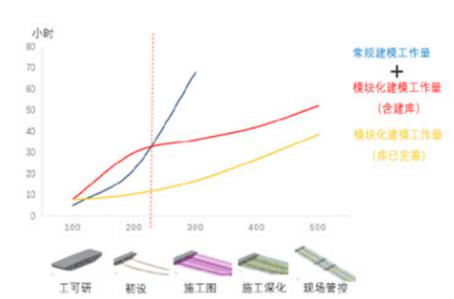
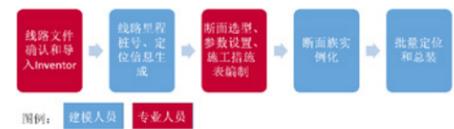


图16 人员配置及效率

设计师减负，为建模员降低门槛，从根本上优化桥梁设计人员配置和分工，达到整体提升设计效率和品质的目标。

八、库的积累

基于此BIM正向设计流程，库的建设与管理也是集成一体的标准流程。从材料库，到零件库，到部件库，到标准模块库，项目组进行多层级管理。

标准模块可以灵活、迅速、精确的进行规格型号变化，可应对各种不同需求的工程项目。正向设计库文件要求高，只有严格的按照参数化、模块化、结构化的标准体系实施，才能确保前人的设计经验积累成企业资源。

本项目属于特大桥工程，在桥梁领域正向设计的复用性是较弱的。但即使如此，项目组仍然在本项目上积累了大量设计模型库。



图17 库的分类



图18 桥梁模型库

九、BIM技术管理平台应用与施工BIM交付

本项目中使用了该院自主开发的BIM技术管理平台：《中南交通设计协同BIM管理平台》、《中南交通投资建设BIM管理平台》、《中南交通施工BIM管理平台》、《中南交通运维BIM管理平台》，很大程度地提升了管理效率

和质量。对于多层级、多项目、多模式的工程企业，在开展BIM项目时，借助BIM管理平台可以使各级、各项目管理人员及现场施工人员有条不紊地开展工程的设计意图和各部门、各专业结构关系，便于优化设计、优化项目管理、优化施工组织 and 施工方案、高效提升运维管理，也为项目领导决策提供正确信息。

碰撞检查提前检查设计碰撞问题，减少因此产生的工期和成本损失。三维交底准确无误、一目了然，避免现场实施出错。通过模型快速得到准确的主体工程数量，既可以核对设计“差、漏、错”，也可以快速准确得出总控数量用于控制成本。动态化管理进度、安全、质量、成本、物料，各级管理层可以远程动态化掌控，使项目处于可控状态。

动态数据查看，指挥部可以相关的权限查看项目进度及成本动态，实时查看各负责项目的数据，动态数据库查看，指挥部可以相关的权限查看项目进度及成本动态，实时查看各负责项目的数据，也能直接进入项目内部对项目信息进行查看。

可视化、平台化、可追溯的任务和问题闭环管理，消除“推诿、拖延、扯皮”的空间，提高企业和项目管理效果。资料制作、资料和各种数据查询方便快捷，减少工作量。

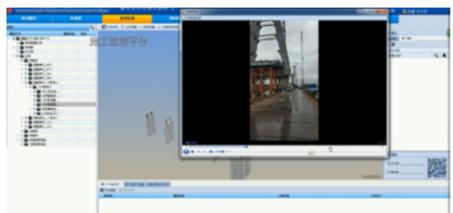


图19 施工管理平台

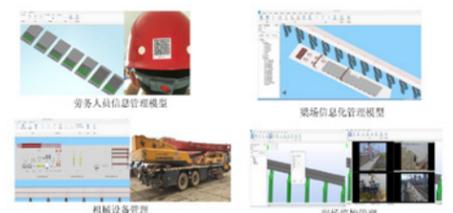


图20 施工管理平台

交通BIM技术应用，意义在于实现交通工程全生命期的数字化、信息化，从而提高工程的质量和效率，为工程各参与方建立一个数据共享的平台与载体。我院一直致力于工程全生命期的BIM技术应用，先后开发了中南交通投资建设BIM管理平台、中南交通设计协同BIM管理平台、中南交通施工BIM管理平台以及中南交通运维BIM管理平台。以上平台已经在公路、桥梁、隧道、港航等多个专业领域得到了应用。嘉鱼长江公路大桥BIM设计中，项目组成功地运用多个BIM管理平台，对于该项目的质量与效率有很大地提升。

—谭慧
科技质量信息部部长
湖北省交通规划设计院股份有限公司

十、结语

桥梁工程行业BIM设计仍处于起步阶段，BIM技术在嘉鱼桥项目上的成功应用，充分印证了桥梁工程BIM正向设计工作流的可实施性。这套富含创新的工作流，推广难度低、适用性强、收效显著，也为桥梁工程BIM设计开拓了一条全新的思路，具有极大的行业启发性和行业推广价值。希望以本项目的分享与展示，能够成为行业BIM设计应用的铺路石。项目组将不断开拓前行，与业内同仁携手共建BIM设计成功之路。

公司名称
浙江省交通规划设计研究院有限公司

项目地址
中国，浙江杭州

应用软件
Autodesk® Revit® Architecture
Autodesk® Revit® Structure
Autodesk® Revit® MEP
Autodesk® Navisworks® Manage
Autodesk® Civil 3D®
Autodesk® InRoads®
Autodesk® 3ds Max® Design

畅通城市西部交通 杭州绕城西复线

杭州绕城西复线扩容段湖州段BIM设计应用



图1 武康枢纽效果图

浙江省交通规划设计研究院有限公司
浙江省交通规划设计研究院（英文简称ZJIC）是集公路、水运、市政、轨道交通、建筑、规划、咨询、勘察（测）、设计、科研、设计施工总承包和工程试验检测等于一体的科技型单位。创始于1951年，1979年成立“浙江省交通设计院”，1998年更名为“浙江省交通规划设计研究院”，2017年1月起隶属于浙江省交通投资集团。2018年4月更名为“浙江省交通规划设计研究院有限公司”。

浙江省交通规划设计研究院，承担了省内外大量重点工程和基础设施项目的勘察设计研究与咨询工作，依托交通跳出交通，业务领域取得了综合发展，立足本省拓展省外海外，业务已进入柬埔寨、斯里兰卡、瓦努阿图等多个国家市场，综合化国际化发展取得显著成效。获得国家和省部级勘察、设计、咨询等各类奖280多项，省部级科学技术奖50多项，取得国家专利近50项，主编和参编行业标准和地方标准30多部，获得省、部文明单位、交通运输行业先进集体、全国勘察设计行业优秀设计院等荣誉称号，是国家级博士后科研工作站、高新技术企业和浙江省高新技术企业研究开发中心。

全院1000余名员工中，各类专业技术人员占85%以上。拥有2名浙江省工程勘察设计大

师、省部级各类拔尖人才等，教授级高级工程师92人，各类注册工程师近200人次，先后有11人享受国务院津贴，专业门类完善，综合素质较高。

拥有“十甲五乙”的工程咨询与勘察设计资质、工程总承包资质、试验检测资质和对外经济合作及进出口企业资格证书，具备承担国家发改委、交通运输部等政府部门委托咨询评估任务资格，并通过质量、环境和职业健康安全管理体系认证。

1. 项目概况

项目起点位于德清县新市镇附近与S13练杭高速公路相接，终点位于湖州德清与杭州余杭交界处的姜家山，接杭州绕城高速公路西复线杭绍段，全线位于湖州市德清县境内，路线里程长约50.8公里，其中扩容段长约26.13公里，联络线段长24.67公里。

项目采用双向六车道高速公路标准，设计速度采用100公里/小时，路基宽度33.5米。全线设置桥梁18.94公里/55座，隧道2.16公里/2座，桥隧结构物长度占路线总里程的41.53%。沿线设置互通9处，服务区1处，管理中心1处，养护工区1处。项目总投资约126.6亿元，建设工期36个月。



图2 项目位置图

该项目的建成将进一步提升G25长深高速公路的运输能力和服务水平，有效推动环杭州湾产业带和“两富、两美”浙江建设，对打造“畅通浙江”和实现长三角经济一体化具有重要意义。

杭州绕城西复线扩容段湖州段BIM设计应用项目荣获2018年中勘协“创新杯”BIM应用大赛-交通枢纽工程类BIM应用第一名。

2. BIM设计应用实施策略

为深入发掘BIM技术在设计阶段的应用价值，解决传统设计中的技术问题。采用深入挖掘BIM软件技术潜力和软件组合运用的方法，充分利用BIM技术，解决传统设计中的一些技术问题，达到提高设计质量和效率的目的，发挥了BIM技术的优势。

3. BIM技术点应用

(一) 互通枢纽区域的设计方案优化
以Autodesk InRoads为主要平台，充分利用其可视化展示和交通模拟能力，进行互通枢纽区的设计优化及细节调整。

在互通及枢纽区设计建模的基础上，根据交通量情况，利用平台和相关工具的交通模拟能力



图3 互通车模拟

对互通枢纽区各匝道行车情况进行模拟，分析交通量分流及合流区域的通行情况，确定设计方案。并在车辆视角进行虚拟驾车体验，检验互通枢纽区行车视线问题。



图4 互通车模拟

(二) 桥梁设计BIM技术应用

通过使用Autodesk Revit和dynamo软件，可以将复杂的桥梁上部结构精细化的建立出来，利用Dynamo + Autodesk Revit以及Autodesk Inventor + Autodesk InRoads + Autodesk Revit快速建造上部结构模型，可实现桥梁上部结构的超高可变宽建模需求。

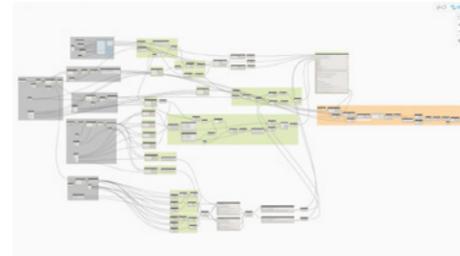


图5 编辑桥梁上部结构dynamo程序



图6 使用dynamo可视化编程创建好的桥梁上部结构

桥梁快速建模技术

使用Autodesk Revit和dynamo软件，并利用Autodesk Civil 3D所生成的excel表格可以生成上下部结构位置的坐标数据源，然后利用Autodesk Revit创建桥梁下部结构，最后实现桥梁上下部结构的组装。

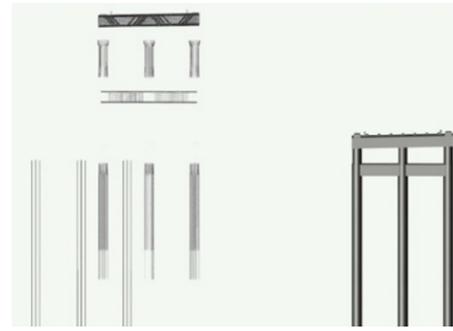


图7 使用dynamo可视化编程创建好的桥梁上部结构

通过Autodesk Revit模型进行三维设计交底，预先检测设计阶段出现的问题，减免了有可能在施工过程中产生的不必要的成本损耗和工期影响。此外，Autodesk Revit模型为管线优化、施工模拟等BIM应用提供几何形体及数据支持。

(三) 复杂边坡的放坡设计

使用Autodesk Civil 3D可以将传统二维设计中比较难处理的隧道洞口放坡设计精细化处理，达到了传统二维设计中不能实现的空间三维放坡功能。

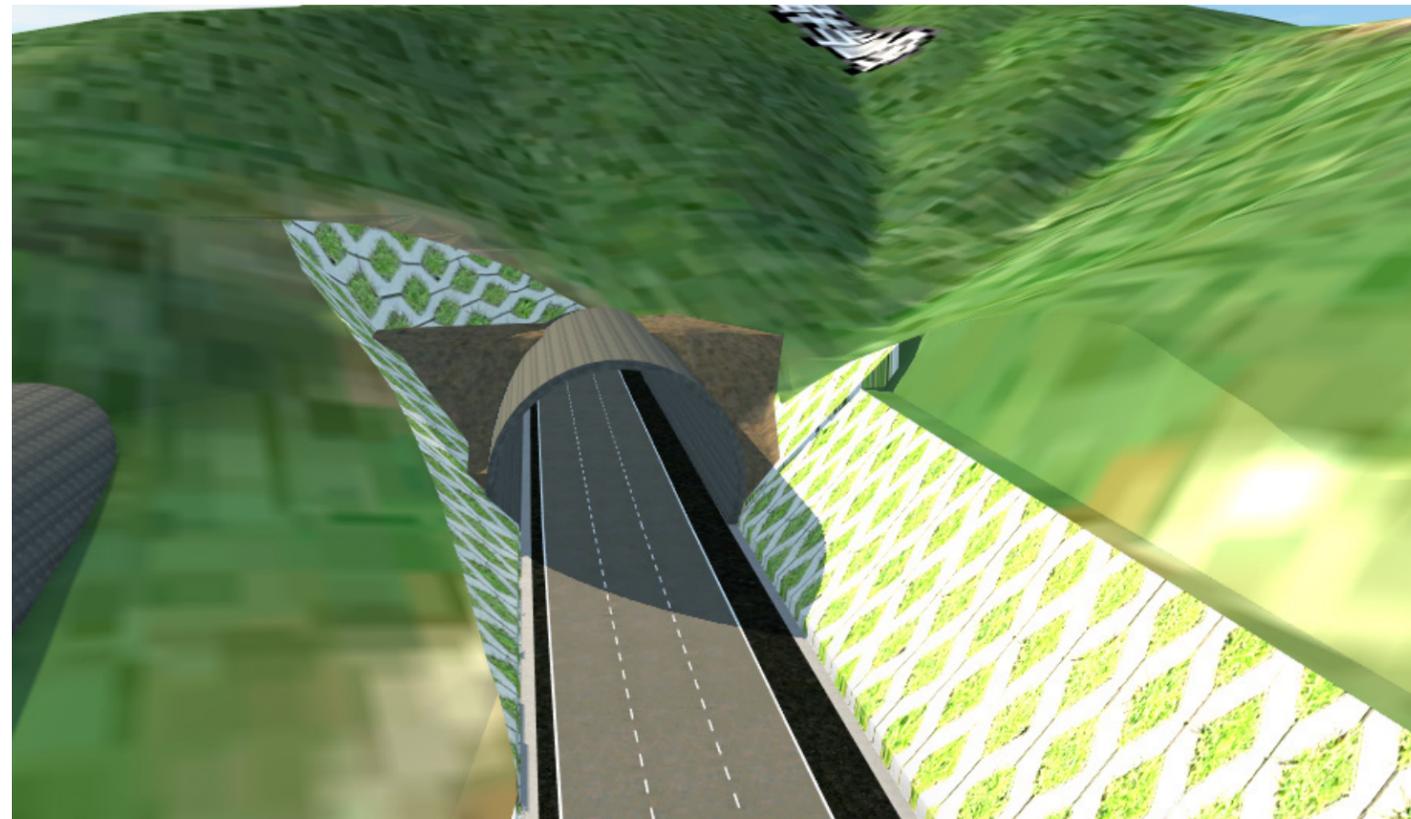


图8 隧道洞口精细化建模

在二维设计中，只能统计边坡投影面积而不能统计曲面面积，工程量与实际有出入，而且无法体现边坡坡率之间的过渡，只能依靠施工单位现场施工调整，也无法快速检查路基和路面的排水汇水情况，容易产生积水点。

BIM技术应用过程：根据已完成的道路建模确定洞门放坡位置，创建要素线，用“从要素线创建道路”完成仰坡，洞门边坡的初步放坡，根据已完成放坡拟出过渡坡脚的位置，将坡脚映射到地形曲面，作为特征线添加到仰坡曲面，再次使用“从要素线放坡”完成回填的初步放坡，提取回填边线，使回填部件延长至边坡，将回填延长曲面粘贴至回填曲面，完成放坡曲面绘制。可将曲面提取轮廓线，以轮廓线生成地块，将曲面和地块导入Autodesk Infracworks查看洞门放坡。

通过在复杂边坡的放坡设计过程中应用BIM技术，解决2D设计中隧道洞口三维边坡设计难以表达以及工程量难以准确统计的问题，实现了可采用边坡三维坐标放样指导施工的目的。同时还解决2D设计中边坡过渡信息缺失的问题以及2D设计中边坡防护工程量准确性较低的问题。

项目组以Autodesk系列软件为基础，进行了项目全专业BIM技术应用，利用Autodesk Infracworks的方案展示和交通模拟分析功能，优化了枢纽和互通的方案设计；充分利用Autodesk Civil 3D地形空间展示和空间运算能力，解决了复杂边坡和隧道洞口边坡二维难以表达的空间设计问题；充分利用Dynamo和Autodesk Revit实现了枢纽区桥梁的精确建模和优化结构设计。

—王昌将
副总经理
浙江省交通规划设计研究院有限公司

(四) 软基处理三维设计

充分利用Autodesk Civil 3D空间曲面展示、空间运算能力，解决复杂地层条件下软基设计描述及工程量统计问题。

实现过程：根据钻孔平面图做出各层地质曲面，并画出地质纵断面图，通过创建点和三维建模的方式构建各个软土地层界面，在软土地层界面进行空间软基处理设计桩基，可以用3D模型各个曲面间的体积差值，来表示在软基处理中采用换填处理方式的换填土方量，也可以根据各个地质曲面间高程差值精确计算出各点处桩长。

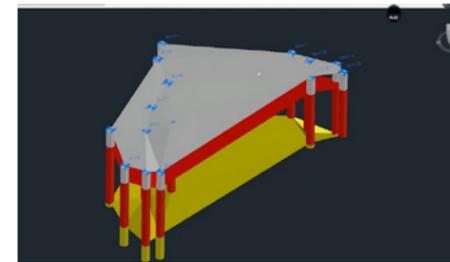


图9 软基处理BIM设计

(五) 隧道结构快速建模

通过研究Dynamo + Autodesk Revit 的组合运用，确定了快速建立隧道模型的方法，实现了隧道结构及锚杆等细部构造的建模。

通过快速的隧道建模技术，可以方便地为隧道建立空间三维模型，用可视化的方法检验了隧道相关专业的的设计冲突，提升了设计质量，同时为隧道专业的可视化交底和施工阶段的深入应用提供了基础模型数据。

(六) 结语

依托《杭州绕城西复线扩容段湖州段项目》，结合现存的设计问题，对该项目的路基、边坡、软基、钢桥、混凝土桥、隧道进行了BIM应用研究。采用深入挖掘BIM软件技术潜力和软件组合运用的方法，充分利用BIM技术，解决传统设计中的一些技术问题，达到提高设计质量和效率的目的，发挥了BIM技术的优势。通过该项目应用和探索，明确了公路工程中BIM技术的优势和局限，为今后交通行业BIM技术的进一步应用和发展提供了基础和方向。

通过组合和深入应用Autodesk系列软件，以新的技术手段和方法优化了设计方案，解决了一些传统二维设计难以完成的工作，提高了项目的总体设计质量。BIM技术现在在发展中，尤其是在设计阶段，但是充分用好BIM技术，对设计工作还是有很大的价值和意义。

—王昌将
副总经理
浙江省交通规划设计研究院有限公司

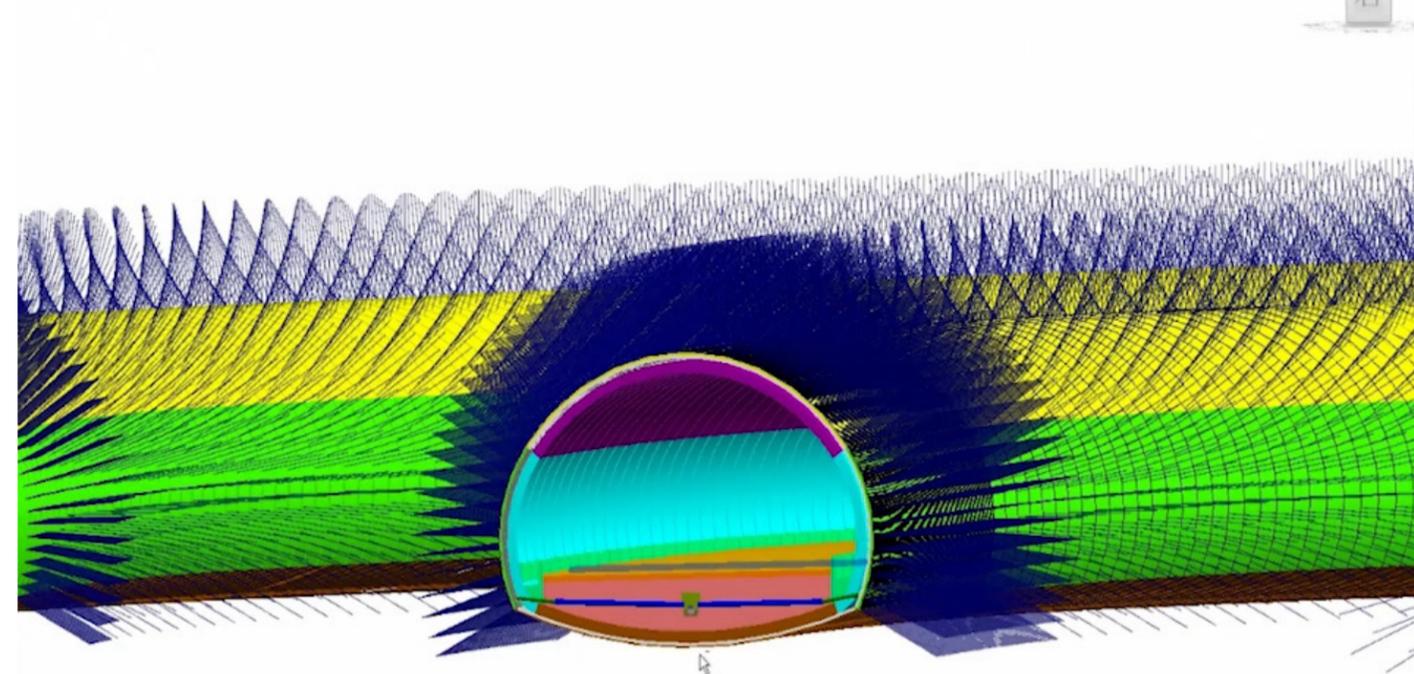


图10 隧道快速建模

公司名称
中交天津港湾工程设计院有限公司

项目地址
中国，某沿海城市

应用软件
Autodesk® Revit® Architecture
Autodesk® Revit® Structure
Autodesk® Revit® MEP
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® Civil 3D®

BIM（建筑信息模型）和GIS（地理信息模型）是互联网和物联网进入建设行业的重要入口，通过计算机搭建起工程项目和城市的信息化模型，在模型上承载工程中各项材料、构件、系统、部品等基础信息数据。在工程建设领域的设计、建造、运维等生命周期中，实现数字化设计、虚拟化建造、数据化运维，BIM技术让城市变得更加数字化、智能化。

—王燕
副总经理、总工程师、BIM中心主任
中交天津港湾工程设计院有限公司

数字建造 转型升级

BIM技术在某滨海核电厂海工工程中的应用

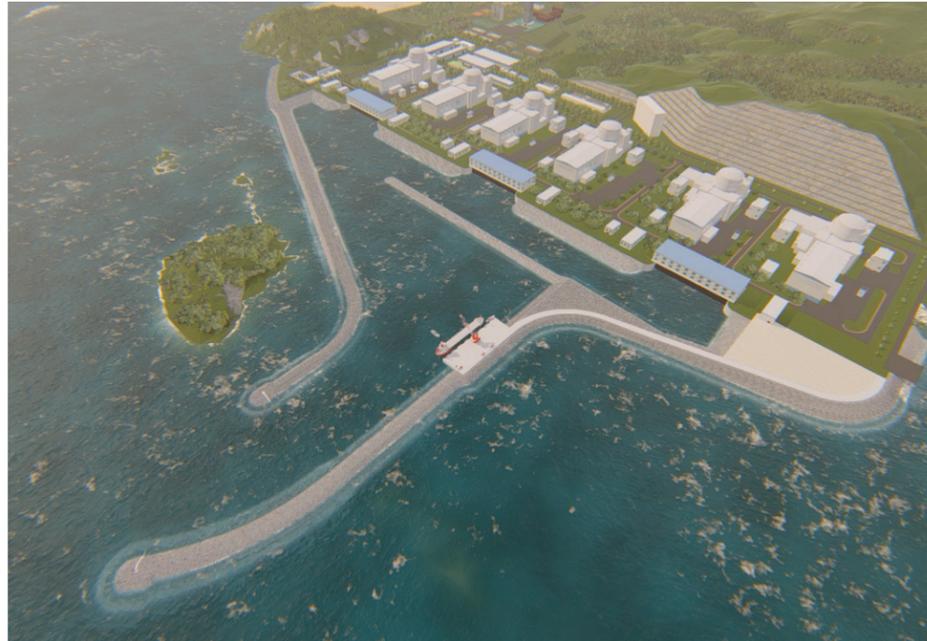


图1 某滨海核电厂总体布置

中交天津港湾工程设计院有限公司

中交天津港湾工程设计院有限公司成立于1972年，隶属于中交第一航务工程局有限公司，是一家具有向国内外客户提供水运工程、建筑工程、物流工程等规划咨询、项目咨询、评估咨询、全过程工程咨询、工程设计、压力管道设计等综合服务的设计院。

中交天津港湾工程设计院有限公司现持有水运行业甲级、建筑行业（建筑工程）甲级、海洋行业（沿岸工程）专业甲级、海洋行业（海水利用）专业乙级、海洋工程勘察综合类甲级、工程咨询单位（水运、建筑）专业资信甲级、城乡规划编制丙级资质证书及特种设备压力管道(GB2、GC2、GC3)设计许可。现有在册职工282人，具有注册建筑师、注册结构工程师、注册公用设备工程师、注册电气工程师、注册土木工程师、注册造价工程师、水运造价工程师、注册建造师、注册监理工程师、咨询工程师等各类具有注册资格人员116人次，具有中、高级技术职称207人，入选中国水运建设行业协会专家库设计类专家、评标专家、资质审查专家等各类专家32人次；入选天津市工程咨询协会专家2人。

经过多年的积累与沉淀，中交天津港湾工程设计院有限公司已承接各类水运工程及建筑工程等达千余项。设计的工程类型涵盖了综合性及专业性海港码头、航道-助航设施、修造船基地、防波堤、景观护岸、陆域形成、地基处理、内河渠化工程、大型构件预制场、工民建、物流站场、内陆无水港、港口配套设施及BIM设计等领域。

中交天津港湾工程设计院有限公司于2016年正式组建BIM小组开展试点工程BIM技术应用，实现“零”的突破。三年中，该院搭建BIM组织架构有效推动BIM技术开展，以重点示范项目为引领，工作推进扎实有序；制定了《设计院BIM族库管理方案》、《建筑信息模型（BIM）设计应用指导文件》等企业级BIM应用标；定期出版内部刊物《BIM动态》，促进技术交流；初步实现由“翻模”到“正向设计”的转变；设计人员BIM技术普及率达到75%，49人取得人力资源和社会保障部《BIM建模师岗位》证书；承揽多项BIM设计、咨询项目；累计获得国际、国内各类BIM奖项11项。

一、项目概况

某滨海核电厂位于我国南海沿岸，项目厂址规划容量为6台百万千瓦级核电机组，采用具有我国自主知识产权的“华龙一号”技术方案，分三期建设，海工设计一次完成，每期建设两台核电机组。项目预估总投资400亿元。

海工工程的核心内容是为核电厂的第三回路循环冷却水提供取水排水条件同时满足厂区的海浪防护要求。项目建设内容为：取水明渠东防波堤、取水明渠西防波堤、中隔堤、泵房直立墙、排水暗涵、厂区护岸、陆域形成以及一座为接卸核电厂工程建设及营运期间所需的重型、大型设备服务的3000吨级重件码头。

本项目作为核电厂的海工工程，设计标准高，环保要求严格，设计接口多，成本管理精细。设计团队应用BIM技术，提高了设计工作效率和质量。该项目荣获2018年中国勘察设计协会第九届“创新杯”建筑信息模型（BIM）应用大赛水利电力类BIM应用第一名。

二、人员组织架构

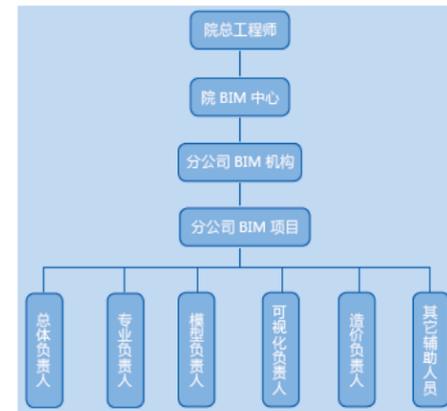


图2 项目人员组织架构图

在设计院BIM中心指导下，本项目成立了项目级BIM团队。团队共有15人，涵盖总平面、水工结构、装卸工艺、供电照明、给排水、施工条件、岩土勘察等多个专业。

三、BIM项目标准

依据设计院内部下发的《BIM设计应用指导文件》，BIM团队精心策划，形成了项目级《BIM应用实施导则》及《BIM应用标准》。重点对BIM应用目标、组织机构与分工、建模规划、模型交付要求、质量控制等进行了系统的策划，作为后续BIM应用的纲领性文件。

四、BIM技术应用点

1. 三维动态设计

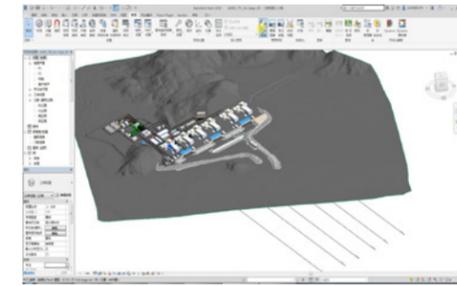


图3 某滨海核电厂整体模型

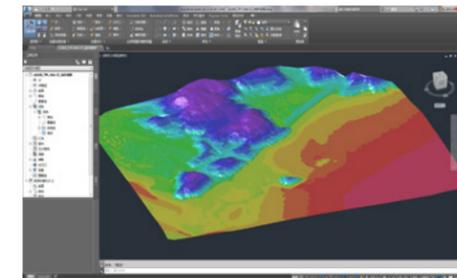


图4 三维地形曲面

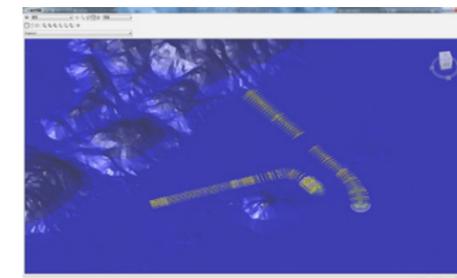


图5 三维动态防波堤模型

结合项目特点采用Autodesk Revit和Autodesk Civil 3D作为核心建模软件，建立全部分子项模型，并采用链接模型的方式进行专业协同设计。构建参数化的三维动态防波堤模型，实现地形曲面、平面轴线、断面结构、整体模型的动态关联。

2. 族库建设



图6 水工专业自建族库



图7 设备工艺专业自建族库

充分利用院内现有族库资源，实现快速拼装参数化建模，大幅度提高设计效率和质量。

3. 三维地质模型

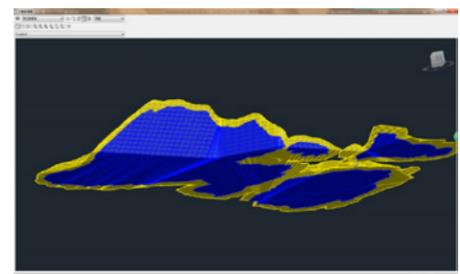
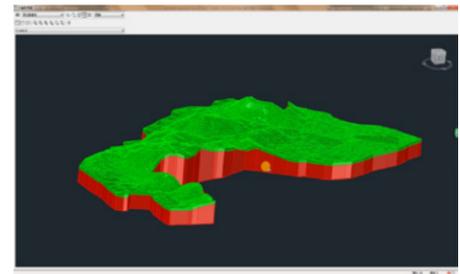


图8 三维地质模型

根据地勘成果生成三维地质信息模型，并在此基础上实现全厂土石方平衡精确分析。

4. 方案比选

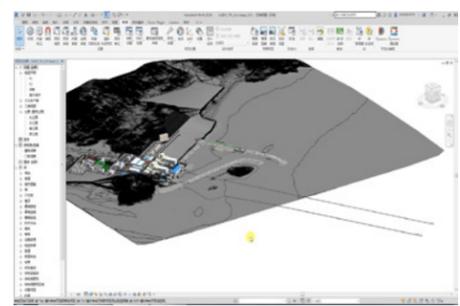


图9 排水隧洞方案

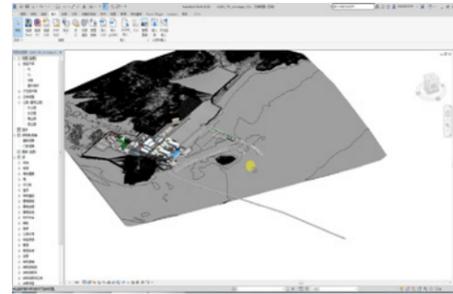


图10 排水沉管方案

通过直观的可视化设计，综合比较排水隧洞和排水沉管方案的优缺点，最终确定推荐方案。

5. 碰撞检查

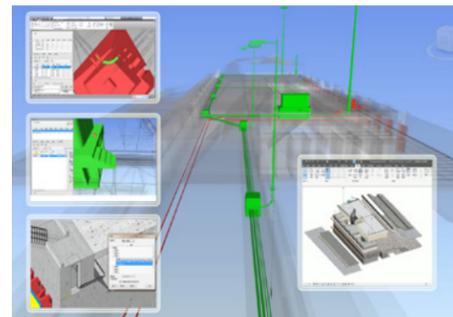


图11 管线碰撞检查

通过链接模型实现多专业专业协同，在设计阶段解决碰撞问题，减少了项目在施工期的变更和反复，提高了设计成果的质量。

6. 施工模拟



图12 施工工序模拟

对总体建设工序进行了模拟，直观验证并展示了主要的施工逻辑顺序，为合理安排施工逻辑以及优化施工进度提供了参考。

7. 施工进度管理



图13 施工进度管理

通过Autodesk Navisworks的施工进度管理系统，重点监控进度执行情况，协助业主单位完成进度控制。

8. 运维模拟



图14 装卸工艺模拟

通过BIM技术实现码头的运营、作业情况的可视化模拟。

9. 性能化分析

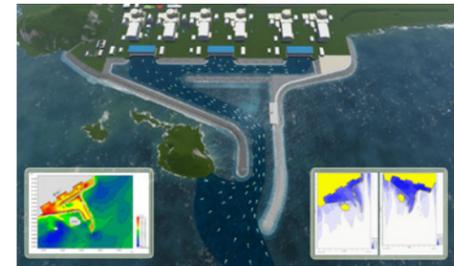


图15 波浪传播、排水温升和泥沙冲淤情况分析

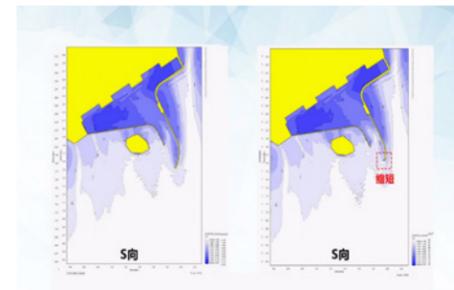


图16 防波堤优化布置方案分析

提取模型中相关信息，分析波浪传播、排水温升和泥沙冲淤情况，保护海洋生态。将Autodesk Civil 3D模型导入波浪分析软件，进行防波堤布置方案优化分析，优化缩减防波堤长度。

10. 环境保护



图17 避让岛屿边界的防波堤设计

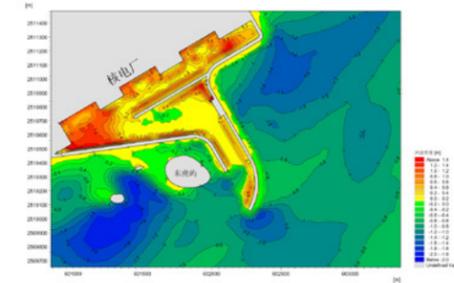


图18 泥沙冲淤情况分析

实现BIM正向设计落地，是相对困难和痛苦的。不仅需要改变传统的设计习惯，开发成熟的设计技术，更需要将专业设计、技术管理、生产经营和质量体系流程统一结合，建成基于BIM技术的设计+管理一体化平台。
——王博智
BIM工程师
中交天津港湾工程设计院有限公司

基于防波堤动态模型，直观了解堤脚的变化，避免构筑物侵占受法律保护岛屿边界。提取模型中信息，导入专业软件分析工程海域的取水温升及泥沙冲淤情况，避免影响周边的生态保护区及水产养殖带。

11. 标准化沉箱构件

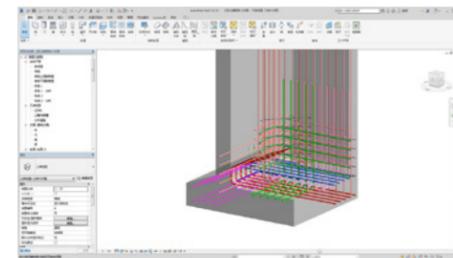
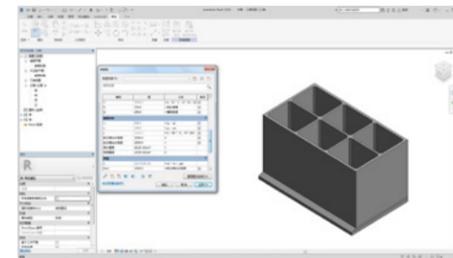


图19 标准化沉箱构件及配筋模型

结合参数化的沉箱族，通过公式驱动相关计算参数，实现了浮游稳定的自动计算。根据已创建的标准化沉箱配筋模型，可自动生成二维图纸，快速提取钢筋量清单。三维模型直观展示钢筋的复杂形状和绑扎关系，形象的指导钢筋加工。

12. BIM出图

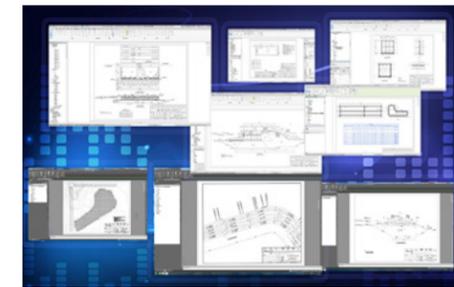


图20 BIM软件生成的各专业图纸

本项目防波堤及重件码头部分BIM出图率达到80%以上，相比传统方式，节约了至少25%的时间，提升了效率和质量。

五、结语

对设计企业而言，在工程项目管理中，不仅要掌握BIM技术应用尽快熟练地掌握，更要懂得如何建立项目级和企业级BIM信息管理组织流程及标准，这将成为工程设计企业的核心竞争力之一。

通过某滨海核电厂海工工程中的应用案例，BIM技术不仅解决了设计及施工阶段可能存在的大量问题，实现设计的优化，更直观地指导现场施工，同时在方案决策阶段以及运维阶段也起到了至关重要的作用，真正实现了将工程信息应用于工程的全生命周期中，创造可视化信息沟通环境，提高各专业、各阶段之间的协同合作。与此同时，BIM技术还提高了工程各相关方的参与度，从而提升项目的整体品质。

BIM技术发展是一个不断完善和突破的过程，中交天津港湾设计院有限公司致力于为业主提供全价值链体系的技术服务方案，与欧特克公司携手共进，打造高品质品牌形象，建造高品质项目，为推动BIM技术的发展尽心尽力。

地质BIM模型构建系统及专业融合

地质BIM模型构建系统可快速构建带有物理力学属性的三维地质模型，为各专业工程设计提供了基本信息。铁路桥梁与地质BIM模型融合系统，打通了桥梁模型与地质模型的数据通道。

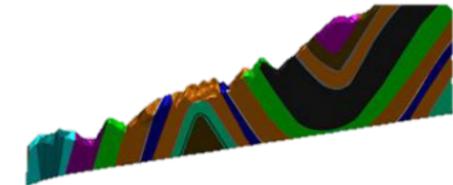


图12 地质模型示例



图13铁路桥梁与地质BIM模型融合系统模块

铁路隧道BIM模型设计系统TunnelBIM-R:

TunnelBIM-R设计软件可实现从隧道设计参数输入，到创建基本隧道断面，再根据地质资料设计隧道断面结构，最后完成隧道钢筋、钢架BIM模型和工程数量统计。实现铁路桥隧工点的三维可视化人机交互设计。

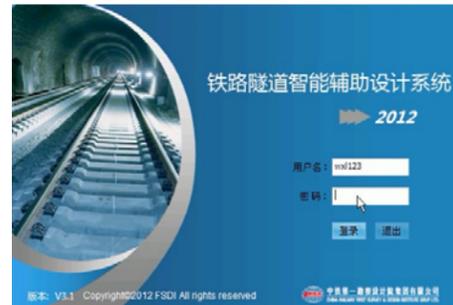


图14 铁路隧道BIM模型设计系统TunnelBIM-R

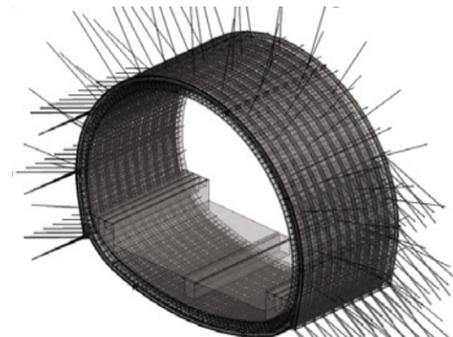


图15 隧道结构详细模型



图16 隧道模型示例

铁路路基BIM设计系统:

铁路路基BIM设计系统可实现路基专业数据处理，基快速建模，路基常用支挡结构及坡面防护、路基地基处理自动建模及自动拼装和布设。并可实现对路基结构实体进行IFD编码及专业所需信息属性的自动添加。



图17 路基挡墙自动布设

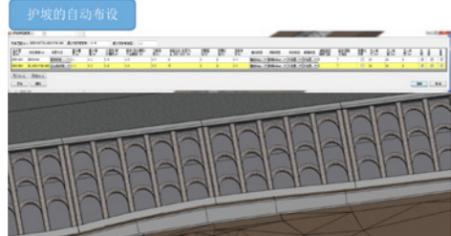


图18 路基边坡自动布设



图19 路基模型示例

站场专业BIM技术应用

站场专业利用Autodesk Civil 3D设计站场平面及纵断面，利用部件编辑器为车站定制横断面装配，在Autodesk Civil 3D 中实现站场线下模

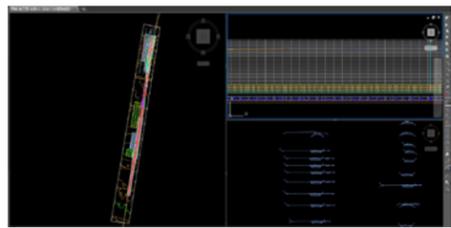


图20 站场模型构建

型的构建。最后通过实体转化将线下模型导入Autodesk Revit，与站场线上模型实现整合，最终完成站场信息模型的构建。

铁路接触网辅助设计系统

接触网专业在欧特克Autodesk Revit基础上，综合运用数据库、系统仿真及参数化驱动等技术，开发了接触网BIM设计平台，实现了接触网二维与BIM两种设计模式的实时动态关联。同时，利用数据库参数驱动技术，开发了接触网腕臂BIM模型装配软件，以参数驱动及坐标定位的方式实现接触网零件BIM模型的自动装配，大大提高了设计效率及设计质量。

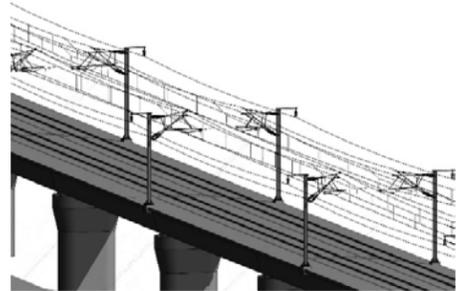


图21 接触网模型示例

轨道BIM模型设计系统TrackBIM

TrackBIM设计软件可以实现轨道专业从建立空间三维线路，到创建钢轨、扣件、轨枕、道床等轨道结构BIM模型，还可实现轨道结构超高设计、轨道部件工程数量统计，材质批量修改等功能。实现了轨道专业BIM模型的三维可视化人机交互设计。



图22 轨道BIM模型设计系统TrackBIM



图23轨道模型示例

铁路BIM标准的应用与创新:

铁路IFC标准的验证:

以隧道专业为试点，通过系统分析法和文件解析法对IFC标准进行验证：基于IFC4在Autodesk Revit中扩展隧道领域的IFC Schema，形成Rail IFC标准，按照Rail IFC标准将模型导出为.IFC文件，在Autodesk Revit

中打开导出的.IFC文件，使其重新解析为带有属性信息的隧道模型。

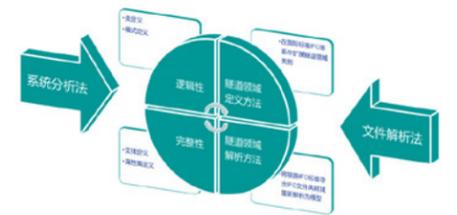


图24 隧道IFC验证方法

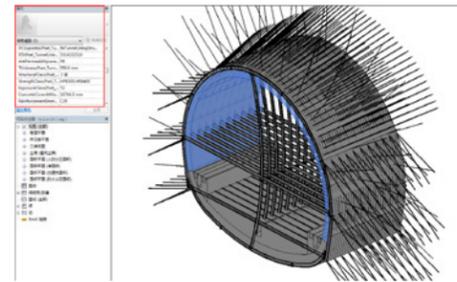


图25 隧道IFC验证

以站场专业为试点，通过分析站场专业参数化数据库，解析站场专业构件实体之间的逻辑关系，通过二次开发，将数据库导出为标准的IFC格式，再通过以Autodesk Revit为平台开发的插件，导入站场IFC文件，生成IFC标准格式的站场专业BIM模型。



图26 站场专业IFC验证

铁路IFD标准应用与扩展:

根据《铁路工程信息模型分类和编码标准》，

各专业进行了全面的应用，并根据需要对其进行了扩充和完善。为便于专业模型在工程项目管理平台内层级结构的建立与管理，以完善的IFD标准为参考，针对专业设计内容建立满足始自专业终到最小构件单元的多层级树状结构。结构树符合专业特点，能够方便查找定位构件。并以此为基础制定了企业级BIM技术实施标准。



图27 以铁路IFD为基础的专业结构树

设计阶段向施工阶段的转化及应用:

为便于BIM设计成果在项目全生命周期的应用，研发了陕西省城际铁路BIM综合工程管理平台。该平台为面向BIM应用管理的信息化平台，集成BIM设计成果交付、BIM设计模型场景漫游、BIM设计模型操作、BIM设计模型资料管理、4D施工模拟等功能，同时预留安全管理、进度管理、施工属性管理、过程监控管理等功能接口。



图28 陕西城际铁路BIM综合工程管理平台登录界面



图29 西韩城际铁路站前工点结构树

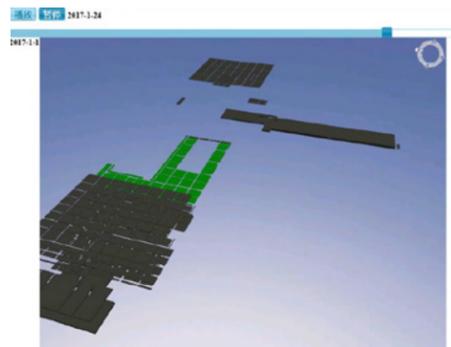


图30 4D施工模拟

结语

由于铁路工程的特殊性，以三维设计平台为基础研发专业的设计软件是铁路行业开展BIM技术应用的必由之路；而要将BIM技术应用贯穿与于工程项目全生命周期，BIM综合管理平台是基础，BIM标准的应用及企业BIM标准的制定是的必要条件。本项目的实施对铁路工程全生命期中开展BIM应用具有重要的参考意义和作用。

施工建设 Construction

数字化为施工行业锦上添花。应用 BIM 的智能和数字技术可以帮助应对施工的最大挑战。施工软件不只是能够自动完成任务，它还可以连接信息和人员，帮助提高工作效率，并建立数字化基础，发掘新的业务机会。数字化技术助力施工行业创造更高的利润、弹性和敏捷性，并构建更美好的环境。

面向建筑设计的Autodesk软件



B BIM 360®

可帮助现场经理和 BIM 经理加快交付，节省资金，以及降低项目风险。

R REVIT®

采用支持规划、制造和钢结构详细设计的 BIM 建模软件，进行施工设计。

R RECAP®

更有效、更安全地捕获现有条件。比较设计意图与实际施工进度。

A AUTOCAD®

创建施工详细设计和文档。

N NAVISWORKS®

审查集成模型，执行冲突检测和施工模拟。

R COLLABORATION FOR REVIT®

通过对 Revit 模型的集中访问，在云中协作。

B BIM 360® OPS

通过移动优先的设施和维护管理，在整个资产生命周期中更高效地运营。



BIM 助力“一带一路” - 中国援布隆迪总统府装饰装修工程

86

湖南省第二工程有限公司



文化繁荣 底蕴深厚 - BIM 助力湖南省首个美术馆综合体建设

104

湖南省第六工程有限公司



智慧雪道，BIM 先行 - 吉林北山四季越野滑雪场 BIM 助力改建施工工程

90

中国建筑第八工程局有限公司



BIM+ 绿色建造 - 青岛歌尔一期工程 BIM 技术应用

110

中建八局第一建设有限公司



全装修 - 装配式保障房项目 BIM 技术深入思考，上海浦江镇 S8-01 市属保障房项目 BIM 应用

94

华建集团华东都市建筑设计研究总院



BIM 助力打造数字化地铁站 - 上海轨道交通十七号线工程全生命周期 BIM 技术应用

114

上海市隧道工程轨道交通设计研究院



精益求精 打造全市精神文明新乐园 - 株洲市第二工人文化宫 BIM 技术应用

98

湖南建工集团有限公司

公司名称
湖南省第二工程有限公司

项目地址
布隆迪首都布琼布拉市东北郊

应用软件
Autodesk® Revit®
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® 3ds Max® Design

BIM助力“一带一路”

中国援布隆迪总统府装饰装修工程



图1 布隆迪总统府鸟瞰效果图

利用数字化建筑信息模型对建设工程项目进行深化设计、施工管理、后期运维是我们一直探索的目标。BIM的应用，应该贯彻一模到底的思想，把整个项目从策划、设计、施工、运营直至改建拆除的全过程作为服务对象，利用一套模型，在各个阶段发挥不同的作用。

本项目的BIM工程师们通过运用Autodesk系列软件进行全专业模型搭建，充分将建筑信息与数字化建筑模型相挂接。BIM的运用，很大程度上提高了生产效率，也提升了我司先进化，科技化，信息化的形象。

—黄蕊
BIM工程师
湖南省第二工程有限公司

湖南省第二工程有限公司

湖南省第二工程有限公司立于1980年，隶属于湖南建工集团。公司产值过百亿元，拥有各类施工设备500多台，年施工能力200亿元，现有各类专业技术人员逾3000人，其中中高级职称852人，注册建造师300多人。

公司是以建设工程总承包、施工总承包为主的国有大型建筑企业，具有建筑工程施工总承包壹级、市政公用工程施工总承包壹级、机电工程施工总承包壹级、钢结构工程专业承包壹级、地基基础工程专业承包壹级、建筑装饰装修工程专业承包壹级、公路工程施工总承包叁级、水利水电工程施工总承包叁级和多项专业承包资质。公司先后通过质量、环境、职业健康安全“三位一体”的审核认证，建立有完整的质量、环境与职业健康安全管理体系。公司具有超强的创新意识和技术研发能力，被认定为国家高新技术企业。业务分布全国各地，近年来，公司大力拓展海外业务，在非洲、北美洲、东南亚等地承接了水利水电和城市设施建

设项目。先后创“鲁班奖”、“芙蓉奖”和省、市优质工程等300多项。连续多年被评为省市“先进企业”、“重合同守信用企业”等荣誉称号。

项目概况

中国援布总统府位于布隆迪首都布琼布拉市东北郊，距市中心约9公里，于2015年开始建设，总建筑面积约1万平方米，主要包括总统办公楼、警卫用房、设备用房和污水处理站等设施。

中国向布隆迪援建总统府，使布隆迪政府自1962年独立以来首次拥有属于自己的总统府，体现了布中两国间最高水平的政治和外交关系，布隆迪政府未来将为推动布中关系作出最大努力。中布双方完成总统府移交体现了两国间真诚的友谊与合作，双方正将中国未来三年对非合作“八大行动”与布十年发展规划对接，以寻求新的优先合作领域。中布合作未来将重点关注改善布隆迪民生等方面。



图2 布隆迪总统府正立面效果图

BIM技术路线

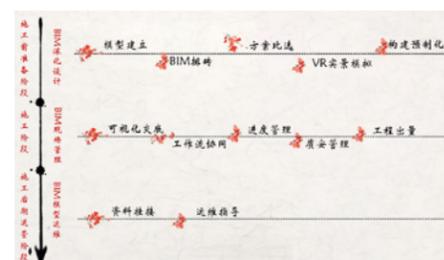


图3 本项目BIM技术路线

案例BIM应用介绍

本项目以BIM大数据为支撑，以施工前准备阶段—施工阶段—施工后运营阶段为技术路线展开BIM应用。

施工前准备阶段的BIM深化设计模型建立

Autodesk Revit装饰装修模型搭建，进一步进行内部装饰的细化。BIM工程师利用装饰装修模型，进行后续的碰撞检查，设计深化，方案比选等应用。

每个房间均按照装饰装修工程的步奏，对施杆龙骨、吊顶、木架、墙面、地面铺装等构件进行详细的绘制，形成精细的室内装饰模型。为BIM工程师进行可视化施工交底，资料信息挂接等应用提供基础。

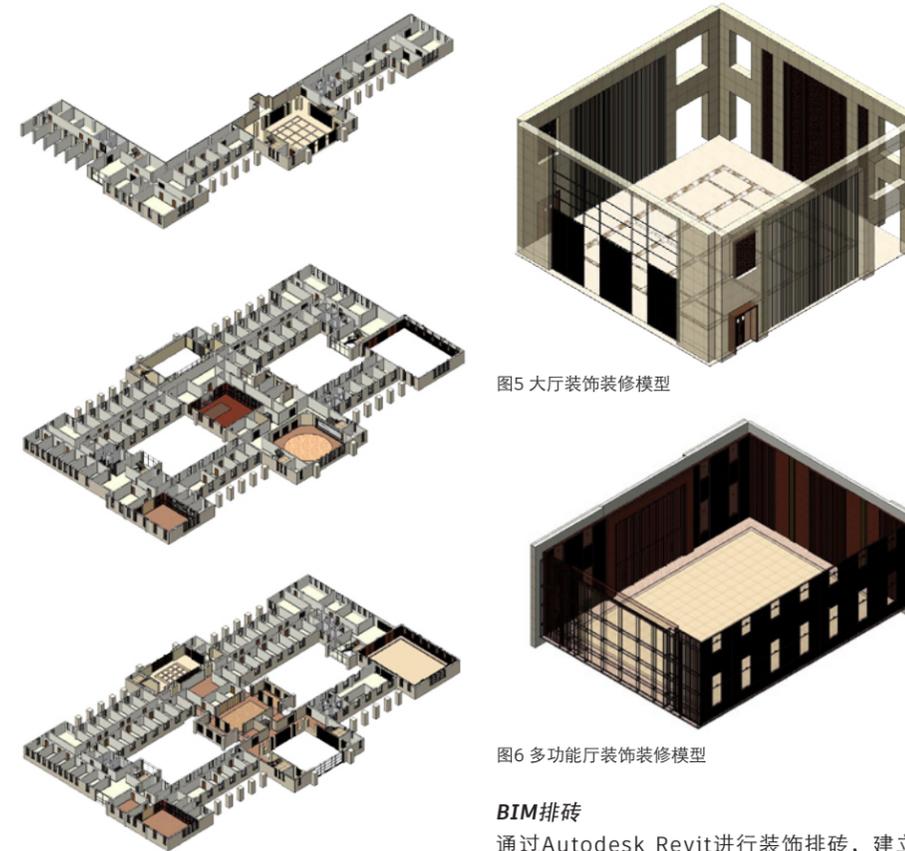


图4 装饰装修模型

图5 大厅装饰装修模型

图6 多功能厅装饰装修模型

BIM排砖

通过Autodesk Revit进行装饰排砖，建立内装修的排砖模型，进行立面出图出量，进一

步生成排砖手册，使现场施工人员的排砖工作能有图可依。

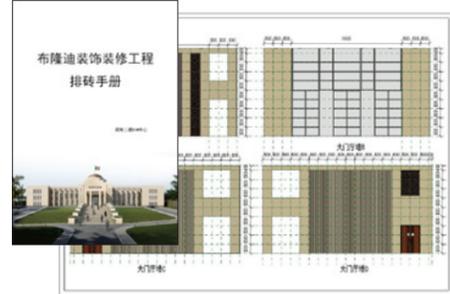


图7 门厅排砖图

方案比选

工作站完善各类布隆迪装饰工程中需要的材质信息，建立材质库。从中挑选不同的材质搭配，形成多套方案。并利用前期Autodesk Revit建立的房间装饰模型，将不同的方案直观展示出来。



图8 材质库截图

利用不同材质搭配的多套内装修模型渲染出效果图，进行方案比选，确定最终的设计方案。

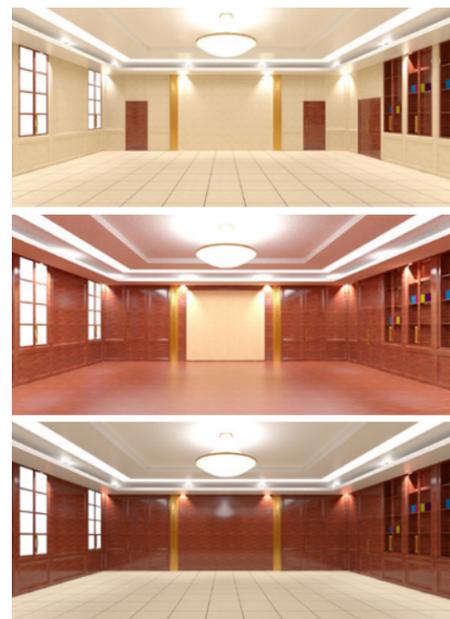


图9 内装饰方案比选

给灯光模型设置不同的照明系数，以此生成效果图进行灯光比选，以此确定合适的照明设备。



图10 照明方案比选

构件预制化

为满足项目需求，很多特殊构件都是采用国内加工国外安装的模式。工作站提前绘制构建的族模型形成构件库，软件自动出图并统计

设备清单为工厂的预制化加工提供依据。加工完成的构件直接运送到布隆迪的施工现场进行安装。



图11 构建库截图

VR实景模拟

通过扫描二维码，可以随时，随地，随手在移动端查看VR全景漫游，感受到实景模型上的各类信息。真正实现了BIM应用的轻量化，科学化，信息化。



图12 手机端扫码查看截图

施工阶段的BIM现场管理

可视化交底

制作二维码交底卡，并将二维码粘贴在工程醒目位置。现场管理人员可随时通过扫码查阅施工交底的内容，实现安全技术交底的信息化。



图12 二维码

利用Autodesk 3ds Max Design对施工工艺样板进行建模，并对工艺流程展示的方式进行脚本创建。制作了地面铺装，木墙面安装，硬包

织物吸音板安装，吊顶安装等施工工艺交底动画，将这些动画与房间内的装修漫游相结合。不但为现场施工人员提供直观可视化的视觉交底，使他们能够快速深入的了解每一道施工工艺，同时也提升了我司先进化，科技化，信息化的形象。



图13 工艺交底动画截图

云平台协同管理

通过BIM协同平台实现项目部内部OA办公信息化管理，为项目部各管理人员及各分包队伍间的信息传递提供便利，并形成管理记录。

根据进度情况1-2天上传一次现场形象进度照片。管理层进入企业级BIM5D平台查看项目整体进度以及各工区细部的进展情况，实时了解项目进度动态。

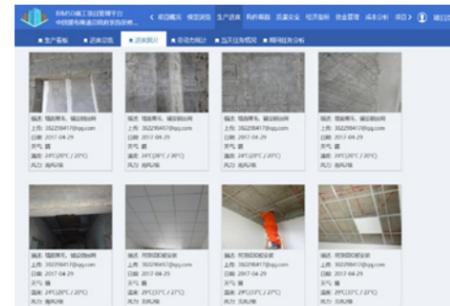


图14 网页端进度查看

通过运用手机端，随时，随地，随手的上传现场照片，及时要求项目部安排责任人进行整改，严格把控质安管理的各个环节。领导层可随时通过手机端进行远程管控，保证工程质量。



图15 质安管理流程

运营阶段的BIM模型交付

BIM工作站为后期运营策划了设备更换，空间管理、后期维修、资产管理四个应用点：

- 设备更换的BIM应用主要利用设备信息与模型的挂接，对重要设备进行远程控制。可充分了解设备的运行状况，及时调取设备的维修更换记录。
- 空间管理是运用建筑模型三维可视化的特点，可及时获取各系统和设备的空间位置信息，直观形象且方便查找。
- 对于墙面开裂，地板上鼓等各类后期维修问题，可通过直接查看挂接于BIM模型上的工艺交底卡获取维修方案，及时实施维修。
- 工程师可以通过BIM模型及时掌控整栋建筑的构件和材质等信息，提升运维阶段的资产管理效率。

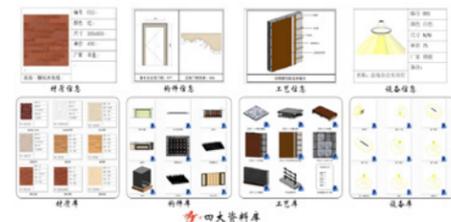


图16 资料库截图

BIM应用阶段成果

- 构件预制化：通过Autodesk Revit系列软件进行构件预制建模，实现材料国内加工国外安装的模式，提前预制特殊构件数百余件，并形成了构件库，节约成本约80万元。

- 方案比选：按照不同的装修方案对构件进行详细的绘制，完善装修过程中需要的材质信息建立材质库，形成多套装修方案，并实现VR实景漫游，将不同的装饰方案直观的展示出来供业主选择。

- 人才培养：通过开展BIM观摩和培训，充实了公司BIM人才库，提高了公司的BIM技术力量，培养专职BIM人员6名。项目管理人员共26人，实现了全员参与BIM项目管理。

- 质安协同：通过BIM协同平台实现项目部内部OA办公信息化管理，通过运用手机端，随时，随地，随手的上传现场照片，让国内的领导、技术人员远在千里之外也能随时远程管控，提升工程整改率，保证工程质量。

- 可视化交底：采用BIM技术实现可视化交底，制作二维码交底卡，实现安全技术交底的信息化；引入虚拟工艺样板的概念，形成工艺库，提高重难点部位的施工质量；制作施工交底动画，提高科技性与先进性。

- 运维指导：将资料与模型挂接，建立了全方位的资料管理模式，运用建筑模型三维可视化的特点，及时查看设备运行，通过查看二维码交底卡，获取维修方案，及时实施维修，提升运维阶段的资产管理效率。

结语

湖南二建企业BIM中心将利用BIM集成优势开发更好出的应用点，总结BIM价值，创造更多的项目管理效益和社会效益。

公司名称

中国建筑第八工程局有限公司

项目地址

中国，吉林

应用软件

Autodesk® Revit® Architecture

Autodesk® Revit® Structure

Autodesk® Revit® MEP

Autodesk® 3ds Max®

Autodesk® Revit®

Autodesk® Navisworks®

Autodesk® Civil 3D®

Autodesk® ReCap™

Autodesk® Ecotect®

BIM技术应用到人防洞室的改扩建，极大地降低了新建项目所带来的能源消耗及环境破坏，体现绿色人文的理念。目前业界无此类工程相关规范和案例，且在短工期下完成改扩建，面对改造过程中坍塌、涌水、线路坡度设计、超小转弯半径施工、大跨度施工、贯穿整个冬季施工等诸多问题，其设计难度、施工难度均创世界之最。BIM技术为解决这些难题提供了有效的手段。项目做到无BIM不设计，无BIM不施工，将BIM新型设备真正的融入到设计、施工、运维管理中，着力打造智慧雪道，体现设计-施工-运维一体化的思想。

—孙加齐
总工程师
中国建筑第八工程局有限公司
华北公司科技部

智慧雪道，BIM先行

——吉林北山四季越野滑雪场BIM助力改建施工工程



图1 室外雪道效果图

中国建筑第八工程局有限公司

中国建筑第八工程局有限公司（简称中建八局）是隶属于世界五百强企业中国建筑股份有限公司的国有大型建筑施工骨干企业，局总部设在上海。2008年中建八局主要经济技术指标位列中建股份工程局第一名，是最具竞争力和成长性的中国建筑旗舰。中建八局前身是国家建工部直属企业，始建于1952年，1966年奉中央军委和国务院决定整编为基建工程兵部队，1983年9月集体改编为现企业，1998年根据企业发展战略的需要，局总部由山东济南南移至上海浦东，下辖8个一级资质的全资或控股子公司，两个甲级资质的设计院，8个地区事业部性质的直营公司。中建八局连续18年被评为省级“重合同、守信用”企业和“AAA”级资信企业，并先后获得“全国用户满意企业”、“全国质量奖”、“全国质量效益型先进施工企业”、“全国重合同守信用企业”、“中国诚信经营企业”、“全国思想政治工作优秀企业”和上海市“优秀施工企业”等称号。

中建八局总结多年的施工经验，形成了独特的技术优势，如大型土石方工程技术，深基坑工程、软土地基及桩基施工技术，高层、超高

层建筑设计与施工技术，轻型钢结构、工业钢结构、超高层钢结构施工技术、大体积、高性能钢筋混凝土配制与施工技术，石化、造纸、制药、电子等行业工业设备安装技术，大件吊装、运输技术，大型钢筋混凝土蛋型消化池建造及预应力工程施工技术，焊接与粗钢筋连接技术，工程管理、质量控制和计算机应用技术等，构筑了企业的核心竞争力，并形成了酒店、机场、会展、医药、建材、路桥、市政、体育场馆、文化传媒、医疗卫生、工业厂房、品牌住宅、石油化工、机电安装和钢结构等十多个方面的系列产品，创建出一大批优质精品工程，如：北京2008年奥运会重要配套项目的首都国际机场交通中心工程，亚洲第一高度的单层厂房、“神舟”载人飞船垂直总装测试厂房，全国“十运会”主会场南京奥体中心体育场，中国-东盟博览会永久性会场南宁会展中心，上海世博会配套工程世博家园酒店，沈阳、大连、咸阳、济南、南京、海口等机场系列，香格里拉、喜来登等酒店系列，等等，其中我局承建的为“神舟6号”载人航天飞船顺利升空服务的酒泉921-520国家重点工程，是亚洲第一高度单层厂房，不但工程质量获鲁班奖，施工中采用的“火箭垂直总装测试厂房

技术”还获得建国以来建筑施工企业首次殊荣——国家科技进步一等奖。迄今中建八局共创建省部级优质工程奖650项，鲁班奖61项，国家优质工程奖45项，詹天佑土木工程大奖5项。近三年荣获10项鲁班奖，占全国鲁班奖比率为3.6%，稳居中建系统第一名，位列全国264家特级资质企业第二名，被中国建筑业协会授予“创鲁班奖工程特别荣誉企业”。



图2 室内雪道效果图

1.工程概况

吉林北山四季越野滑雪场项目位于吉林市北山风景区内，由人防洞室改建而成，建成后将作为冬奥会四季越野滑雪备战训练基地。该项目包含出发大厅、室内雪道、室外雪道、造雪机械间四部分。室内雪道专业部分总长1.7KM，净宽8M，净高4M；根据要求在室内雪道内布置射击场、处罚圈。为备战2022冬奥会，该项目按照“世界眼光、国际标准、中国特色、高点定位”的要求做到最好设计、最强施工，建成后将成为世界第一座真正意义上的滑雪隧道，将推动我国越野滑雪冬季两项、北欧两项雪上项目跨越式发展。

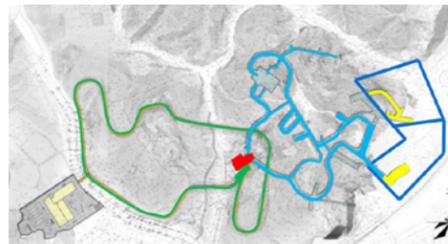


图3 雪道总体布局

2.项目特点与难点

本项目需在280天超短工期前提下完成1.7km隧道改扩建，业界无施工先例，成本投入无法详细预判，实施过程项目成本不可控。原人防洞无完整图纸资料给设计带来阻碍；截面变径多达52处，扩挖过程中存在坍塌和涌水情况。最小转弯半径仅为6m，32m大跨度隧道改扩建施工难度巨大；二衬浇筑厚度5m绝无仅有；洞内材料垂直运输和大体积混凝土浇筑及抗裂将是一个巨大挑战。雪场后期制冷、维护难度大，（雪道需常年温控-6℃以下，但近围岩处温度

需高于2℃）。洞室蜿蜒曲折不利于通风排烟，存在粉尘污染的风险。保护隧道上方生态环境，最小化施工用地，导致施工管理难度大。

3.软件应用

1. Autodesk® AutoCAD：使用AutoCAD进行谨慎的设计，生成各类图纸10000余张，为施工提供指导依据。

2. Autodesk® 3ds Max：3ds Max模拟施工，制作各类施工交底动画200多例，可视化难点施工工序，形象地展示施工的每一个细节。

3. Autodesk® Revit：本项目为三维双曲造型，使用Autodesk Revit扩展插件Dyanmo创建33处不同坡度段及260个截面构建隧道模型，解决二维图纸无法清晰表达的问题。

4. Autodesk® Navisworks：使用Autodesk Navisworks在关联环境下查看多模型冲突，累计发现碰撞点4215处，并进行工期整合优化。

5. Autodesk® Civil 3D：使用Autodesk Civil 3D生成项目地形，对复杂地形进行分析。

6. Autodesk® ReCap：使用Autodesk ReCap导入点云文件，查看原始洞室形态，为设计和施工提供依据。

7. 点云处理软件：由激光扫描仪扫描的点云文件经过软件编辑点云，实现对原始洞室点云的可视化，并提取目标点云并导出其他格式的文件。

8. 三维检测软件：导入点云文件，并对点云文件封装处理，提取部分位置点云转化为三角网格模型，可计算封闭模型的体积，同时可导出模型文件，作为其他软件分析用途。

9. 三维成像系统：利用数字识别系统选取150个测点进行结构面测量，将BIM模型与结构面信息进行融合，从基于模型的工作流中得到巷道稳定性研究的数据支持。

10. Ecotect Analysis：利用Autodesk Ecotect Analysis软件进行声学模拟、综合照明分析。确定声学及采光照度需求，节能节材。利用消防疏散模拟软件模拟雪道内部突发状况疏散路线，验证消防疏散设计。

4. 辅助改造设计

整个项目改造利用Autodesk Revit模型辅助

设计，从山体中“凿”出有用的室内空间，从山体植被中“减”出必要的使用空间，顺应自然，环保绿色。设计洞室水循环系统，利用Autodesk 3d Max动画演示水循环路线，优化集水装置位置和数量，将水流引入集水设备，节约用水2572.4t/年，并将回收水100%回送到管道线路中循环利用，供造雪设备工作。利用BIM将室外雪道与实际山地地形融合，利用模型演示，共移栽24种2400余颗苗木，将移栽苗木重新种植于本地植被低覆盖区域。利用三维激光扫描仪，扫描洞室需要回填及爆破的位置，精确洞室开挖运出量，将爆破的18万m³花岗岩做为回填材料，节省施工成本1200万元。本工程贯穿整个冬季施工，项目用地紧张，为了满足施工，钢构件加工区、拌合料加工区均设置在室内，采用BIM对布局进行详细策划，合理分配空间，节约用地1536.5m²。

4.1线路改造设计

项目利用BIM模型辅助线路改造设计(见图4)，根据洞室信息，从项目改造量、改造难度、资源消耗、功能要求各方面进行线路改造优化设计。



图4 线路方案

4.2应力范围确定

本项目服务年限长、建设周期短，且区域内部分岩体节理裂隙较为发育，存在大跨度洞室（暴露面积可达2000m²以上），具有一定的地质灾害隐患，因此对该工程进行岩体稳定性分析至关重要。根据方案确定模型，利用BIM对应力区范围进行软件模拟，为进一步的支护工作提供依据，同时也可对支护方式进行验证(图5)。

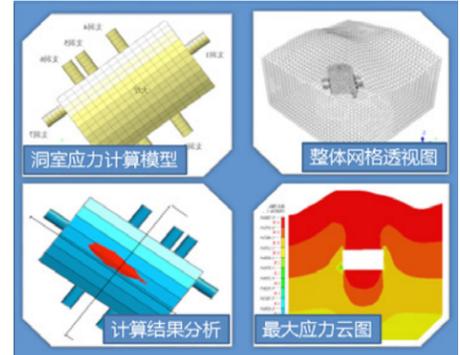


图5 岩体力学分析过程

4.3室外精工绿色设计

北山风景区内，现有植被丰富，利用BIM将室外雪道与实际山地地形融合，充分考虑地面构筑物如何避免对现有植被的破坏，使建筑与植被相协调。为最大限度减少该项目对植被的破坏，室外雪道进行仿周边环境设计(图6)，雪道半段设计涵洞路段，将线路与原有地势地貌有机结合。

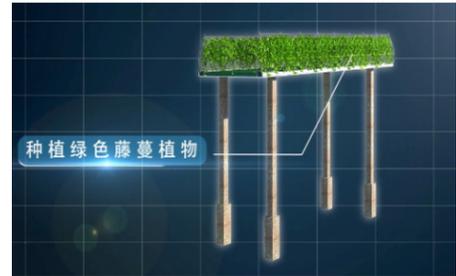


图6 室外雪道仿周边环境设计

4.4优化嵌板方案

利用Collaboration for Revit云端协同工作，施工方提出设计方应对壁面装饰嵌板出具排布方案，如图7，设计方利用Dynamo可视化编程，智能排布嵌板628种，共计15816块。

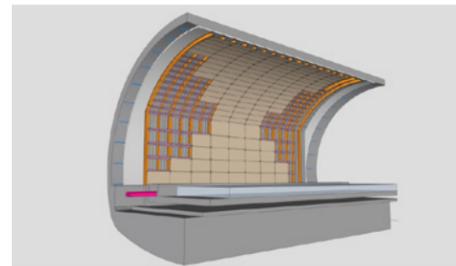


图7 嵌板排布

4.5模块化拼装

隧道内部管道走向非直线，根据隧道转弯曲率，在Autodesk Civil 3d中对隧道中心线分割成285段，并在Autodesk Revit软件内进行模块化管道建模，加工厂预制后运至现场进行模块化拼装(图8)。安装前对164根异形管道进行三维扫描，利用三维检测软件对点云与模型进行拟合，根据3d偏差分析报告，保证安装一次性成功率达到98%。

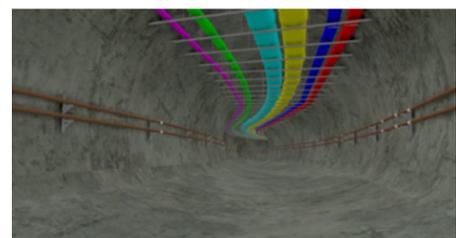


图8 模块化管道

4.6模拟排布埋管

为保证隧道内13650m²地面和22150m²墙面保持恒温，需在地面铺设制冷管、墙面排布采暖管，在Autodesk 3ds Max软件中模拟排布施工，对隧道转弯及交叉口排布复杂处进行方案优化，共节约冷管7300m、暖管12400m，节约工期20天。

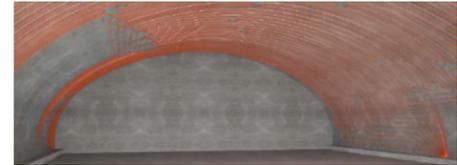


图9 埋管排布

对排布方案制作施工模拟动画(图10)，进行现场技术交底170次。

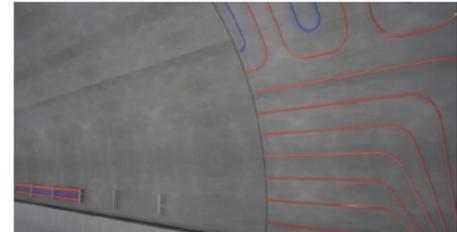


图10 动画模拟

5.辅助施工

5.1模拟动画现场交底

针对项目重点工序及部位，创建BIM模型，制作三维施工工序动画(图11)，进行现场交底。使施工人员可以完全理解施工方案，确保施工质量。

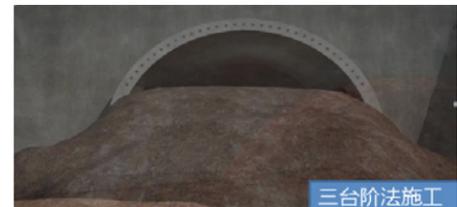


图11 三台阶法施工动画

5.2 三维激光扫描仪

1 利用Faro三维激光扫描仪扫描原始洞室，根据3d偏差分析报告，保证安装一次性成功率达到98%。

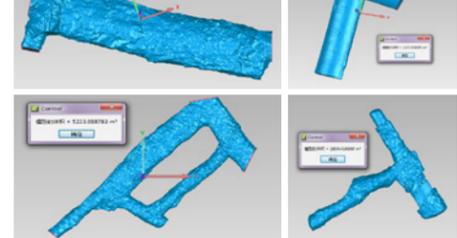


图12 爆破段算量

据爆破计划，将扫描的三维点云模型划分为多个爆破段并计算分段体积(图12)。

2 施工前将三维点云载入到BIM模型中可视化查看(图13)，计算出原始洞室完全爆破段645米，局部爆破段416米，爆破总量为18万m³，提前发现爆破重点26处，二衬施工重点13处。

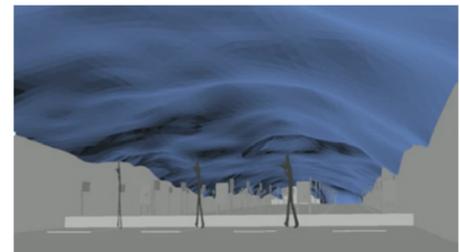


图13 点云与模型结合

3 爆破后扫描的点云与Autodesk Revit模型在三维检测软件中进行3d对比，发现超挖或欠挖位置并在云端Autodesk Revit模型做标记(图14)，现场终端使用BIM 360 docs可查看整改位置，整改结束后再次扫描复核。

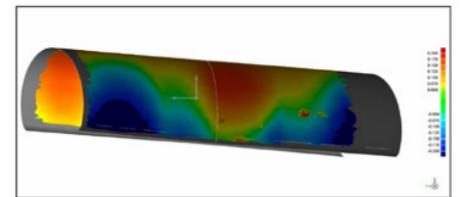


图14 3D对比分析

4 二衬施工完成后，通过三维扫描进行截面点偏差分析(图15)，二衬结构偏差合格率达到97.3%。

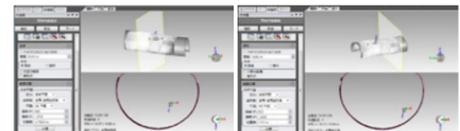


图15 截面点偏差分析

5 三维激光扫描应用贯穿设计和施工阶段，累计扫描183站次，保存施工过程整体点云模型

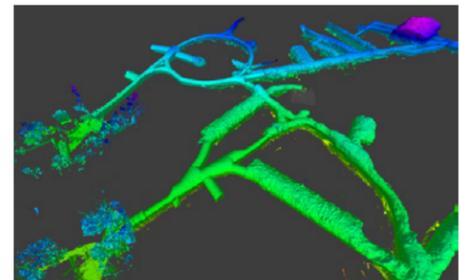


图16 原始隧道点云

文件4份(图16)，发现爆破危险点20处，减少二次爆破35次。

5.3 MR/VR

由于隧道在山体内部，无法通过常规沙盘展示隧道内部构造，MR混合现实技术能够辅助管理者看到虚拟的全息沙盘影像(图17)。MR技术按照1:1比例完全将全息影像匹配拟合到现场隧道环境当中，将真实现场和虚拟隧道相融合，直接对比二次衬砌和虚拟影像，可以看到尚未安装的设备管道所在位置，辅助管理人员进行合理施工安排。由于隧道坡度较大，利用MR技术可以发现顶部管道与隧道结构衬砌是否存在明显碰撞，可对管道安装进行优化。



图17 MR全息沙盘

利用VR功能，从游戏体验出发(图18)，准确的复制国际比赛内容，了解滑雪场的整体情况，进行介绍与宣传。仿真模拟滑雪体验，体验预知雪道建成后效果，并可提前进行优化。

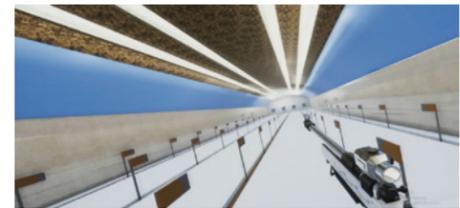


图18 VR虚拟射击

6.辅助运维

6.1 可视化管理

项目自主研发中建系统运维管理平台(图19)，通过运维管理平台强大的集成能力和良好的可视化交互能力对设备运行进行实时监控，对能源进行管理，并且实现了对建筑的空间管理。



图19 可视化平台监控

6.2 能耗调控

对设备运行状态，耗电量等进行监测(图20)，可以保证设备正常运转，并记录能耗，通过负荷响应对调控前后能耗进行对比，从而进行更精细的调控。

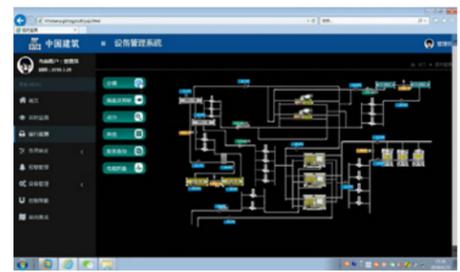


图20 能耗监控

6.3 警报提醒

当洞室内检测指标超标时平台发出警报提醒(图21)，保证安全；通过设备管理对设备入库、安装、检修全过程进行记录，方便随时调取某一设备的所有相关信息，进行更好的维护。



图21 指标检测

6.4 节能减排

根据项目系统集成，制定设备使用策略，做到节能减排，绿色环保(图22)。



图22 节能监控

6.5 模型管理

通过平台对模型进行任意角度的浏览(图23)，进行垂直和水平的剖切分析以及距离、面积和角度的量测，进行审批记录，身临其境的进行漫游浏览，实现对建筑的空间管理。

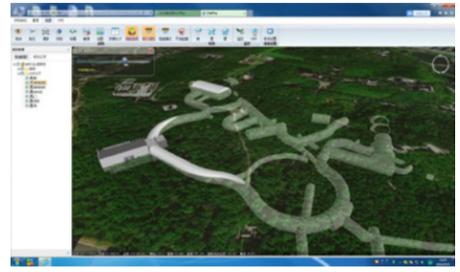


图23 模型浏览

7. BIM应用成果

BIM前期介入设计，解决传统二维图纸的错漏碰缺问题，降低由于后期返工造成的成本增加，减少设计变更145项，节约材料费和人工费120万元，从而实现更多的经济效益。利用BIM技术优化方案和施工工艺，解决4215处碰撞问题，减少钢材浪费56吨、设计100%水循环系统节约用水2572.4t/年。依靠BIM绝对优势完成对复杂洞室的勘察设计、优化方案200多项、解决施工重难点7处、首创5项施工工艺、完成国内外首例人防洞室改造隧道工程，节约工期近30天，整个项目预计回报率超过15%，总成本节省10%约6000万元。本项目做为绿色建筑已获得国家十三五重点研发计划示范工地项目立项，得到业主和政府的认同和肯定。

结语：本工程对1965年修建的人防洞室进行改扩建，极大地降低了新建项目所带来的能源消耗及环境破坏，体现绿色人文的理念。目前，无此类工程相关规范和案例，且在280天超短工期下完成改扩建，面对改造过程中坍塌、涌水、线路坡度设计、超小转弯半径施工、大跨度施工、贯穿整个冬季施工等诸多问题，其设计难度、施工难度均创世界之最。项目做到无BIM不设计，无BIM不施工，将BIM新型设备真正的融入到设计、施工、运维管理中，着力打造智慧雪道，体现设计-施工-运维一体化的思想。建成后将成为世界第一座真正意义上的滑雪隧道，将推动中国越野滑雪冬季两项、北欧两项雪上项目跨越式发展。

公司名称
华建集团华东都市建筑设计研究总院

项目地址
 中国，上海浦江

应用软件
 Autodesk® Revit®
 Autodesk® Navisworks®
 Autodesk® 3ds Max® Design

全装修-装配式保障房项目 BIM技术深入思考

上海浦江镇S8-01市属保障房项目 BIM应用



图1 上海浦江镇S8-01市属保障房项目效果图

本项目作为上海市装配式保障房精装修交付第一例运用BIM技术实施落地的工程，在本项目中运用BIM技术，对设计品质有了大幅度提升，在设计周期已把隐性问题提前暴露，大量解决了各专业之间的协调问题。

利用BIM三维可视化，模型中建筑，结构，机电，均达到较深的程度，模型细部的表述可以指导施工，结合图纸有效的表达出设计意图。在BIM模型中提前模拟，为施工人员在现场施工具有指导意义。

通过BIM应用解决了各专业间相互碰撞的问题，减少了二维图纸可能存在的问题，减少了后期返工或变更的工作量，在施工可建造性、可实施性上，大大节约了对项目的管理、变更、协调和运营的成本，业主方可以更好的把控设计及施工质量。

—余飞
 技术研发中心·部门主任
 华建集团华东都市建筑设计研究总院

华建集团华东都市建筑设计研究总院 北华东建筑集团股份有限公司是一家以建筑设计为核心、以前瞻科技为依托的技术服务型上市企业，集团定位为以工程设计咨询为核心，为城镇建设提供高品质综合解决方案的集成服务供应商。旗下拥有华东都市建筑设计研究总院、华东建筑设计研究总院、上海建筑设计研究院、工程建设咨询公司、上海水利工程设计研究院、建筑装饰环境设计研究院、美国威尔逊室内设计公司等十余家分子公司和专业机构。连续十多年被美国《工程新闻纪录》(ENR)列入“全球工程设计公司150强”企业。华建集团华东都市建筑设计研究总院是一家以建筑设计为主的现代科技型企业，连并被上海市人民政府连续授予13届、14届和15届上海市文明单位荣誉称号。公司以规划、城市设计、建筑设计为核心主业，建筑咨询、房测加固和智能、BIM数字应用及研究等专业设计为特色，并积极探索专业化、特色化服务，同时，肩负做强、做精和创新“现代设计”核心

品牌的重任，是现代集团授权管理“现代设计”资质的机构。公司拥有现代设计集团的坚实后盾，拥有中国工程院院士、国家设计大师、设计咨询精英等组成的一流高端技术人才，拥有100余名国家一级注册设计师。各专业技术人员占85%，高级工程师占25%。公司创作成果遍布全国25个省市，世界几十个国家和地区，其中70余项工程设计、科研项目的标准设计获国际、省（市）级优秀设计和科研进步奖。公司在安徽、山东、内蒙古、云南等地共设有分院（公司）或办事处，至今与美国、英国、法国、德国、澳大利亚、日本、新加坡、韩国、香港、台湾等国家和地区的设计机构进行合作设计和交流。公司坚持以“创一流作品，营造和谐环境”为宗旨，坚持建筑原创和最新的建筑设计理念，凭借精湛的技艺和先进的建筑技术，以敏锐的市场敏感度和真诚的服务态度，不断追求建筑设计的独特魅力和设计高品位，以在最大程度上满足客户的需求，为社会奉献优秀的设计作品。



图2 配套商业住宅及回迁住宅效果图

项目概况

上海浦江镇S8-01市属保障房项目，总建筑面积近11万平方米，是一个集1188户高层住宅，物业居委会，文体康健中心等为一体的综合性大型社区，项目位于上海市浦江镇，西邻召楼路，南至盐铁塘，东至三鲁河，北至浦涛路。基地周边配套较为齐全，景观资源丰富，提升了以后居住生活的氛围。周边道路等级：召楼路为主干道，宽度为25米，浦涛路为支路。本工程1#~12#楼高层住宅均采用预制装配式结构体系。装配式建筑比例100%，单体



图3 总平面图

预制装配率40%。各单体拟采用装配整体式剪力墙结构，标准层拟采用部分预制剪力墙结构，地下室及一层。采用全现浇剪力墙结构；标准层楼面拟采用钢筋混凝土叠合梁板形式，首层及屋面采用现浇梁板形式。阳台、空调板、楼梯等采用预制装配构件。



图4 户型分析图

总用地面积48460.7m²，总建筑面积114651.37m²，其中地下总建筑面积28637.68m²，地上装配式住宅建筑面积86013.69m²，住宅配套公共服务设施建筑面积2149.10m²。

一、BIM技术在保障房住宅项目上的运用

1. BIM应用的目标和意义

在国家政府的提倡和政策法规的要求下，保障房项目全面采用BIM信息化和装配式建造技术，但如何将两项技术高度融合，真正实现节能、环保、专业化、产业化的要求，开启未来住宅建筑可持续发展的新模式、新趋势依然需要不断的探索运用。

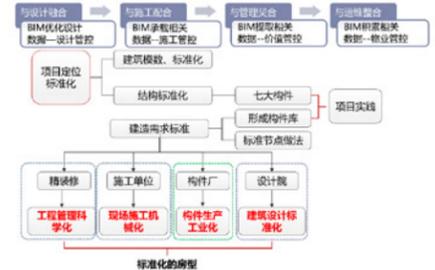


图5 BIM标准化设计流程

二、BIM应用的难点和思路

针对保障房项目时间周期紧、成本控制严，预制构件多的特点，同时作为第一个在保障房项目中实行全装修交付，项目面临着专业配合量大且频繁、交叉影响状况复杂、工序协调难度大等多种问题，BIM设计从以下几个方面着手：

1. 标准化思路的拓展

设计之初标准化的目标仅着眼于预制构件上，通过方案的多次调整和深入配合，项目组发现标准化需要作为一个完整的体系才能在各个阶段发挥作用，仅仅在预制构件中的标准化不仅使用面小，并且被动调整的频率很高。因此重新从方案起步开始梳理，将设计模数、功能空

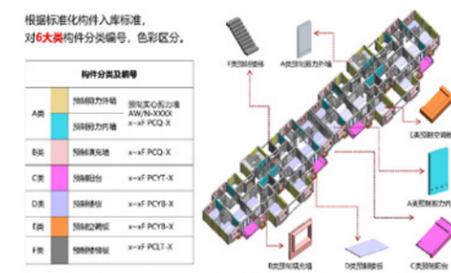


图6 构件分类标准化



图7 控制性数据的标准化

间、户型标注、装修家具、管线布置、构件分类上进行了不同的标准化约定，形成了一系列的标准化模数，最后仅通过三个基本户型便满足项目户型配比要求，并展现多个不同个性立面需求，其中部分标准构件和标准外窗重复使用率达到76%和68%。

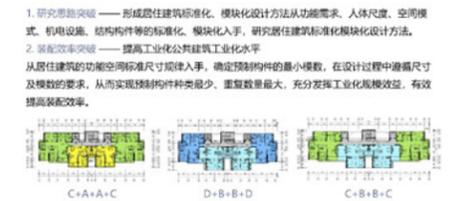


图8 模型户型调用推敲

通过对功能空间及部品部件尺寸模数化标准化的要求，把控建筑及部件或组合件的尺寸关系。提出居住建筑功能模块分类，通过模块化组合形成房型模块，最终组合成多样的居住建筑单体，形成工业化居住建筑标准化、模块化设计方法。应用标准化模块化设计方法设计的工业化居住建筑，最终可以达到预制构件的种类最少，从而达到工业化生产经济性、高效性的终极目的。室内装修、建筑结构、机电设备一体化设计，交付标准统一、装修材料统一。

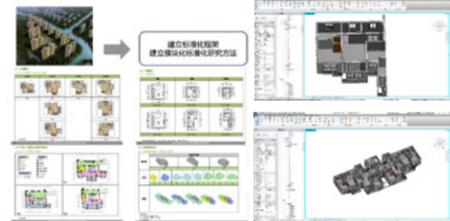


图10 房型标准化



图11 精装修设计标准化

在标准化体系设计的同时，大量由于前期设计考虑的不足导致的修改使得标准化一度陷入困境，通过多次复盘项目组发现BIM技术不仅需要到实体建模验证，还需要对设计控制空间（例如防火分区等）进行归纳，而因此产生的数据进行深层次的整合、分析、应用，可以很好的复核设计的合理性并大幅减少后端的无效返工。通过BIM技术的运用对装配式建筑的构件拆分使得模型构件数量激增，设计问题的反复协调与反馈使得效率很低，常规深化设计建筑结构水暖电PC各专业各自整合完后整合到BIM中，发现问题后再返回给各专业，中间反复的过程，工作量大，重复性高，严重拉长了设计周期，很多设计之初的小问题都会在后期成为影响周期的大问题，装配式和BIM的一体化设计是解决这一痛点的重要途径。

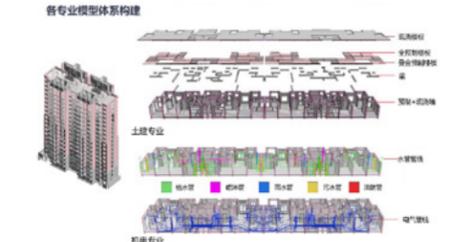


图12 各专业模型体系构建

2. 高效性流程的迭代
应对常规居住类建筑设计似乎流程不难也不复杂，但在全装修装配式的要求下，为保证设计的合理性、深化的准确性、构件厂家的标准性、安装运输的便捷性，需要对传统设计流程进行调整和优化，同时通过标准构件库的更新来不断的实现流程迭代进而大幅提升效率。由标准化的构件库和生成的二维码信息一一关



图13 标准机房面积的技术指导

联，便于实时掌握项目构件在全过程中的状态。通过移动终端，实时查看建筑产品的设计信息、构件深化设计信息，在安装操作过程中可保证构件、设备、部件等安装的精准性和协同性。



图15 各类构件入库数据信息



图16 构件的安装次序、定位、误差矫正

3. 精细化管理的支撑
有了标准、流程和控制性数据的辅助，使得常规的设计和管理得以很好的控制，但作为全装修房还不足以善尽美，借助BIM技术，将预制构件与装修管线预留和点位预埋进行很好的结合和复核，对实际排线和产品选用提供准确依据，避免后期因不合理而对预制构件的二次破坏。同时形成管线工程量明细有效助力后期项目的成本优化。

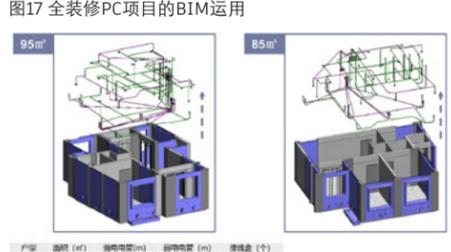
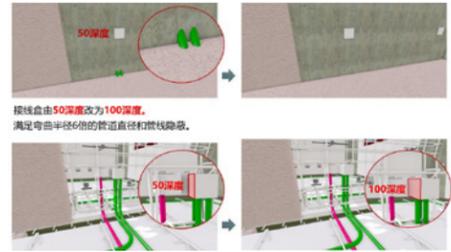


图17 全装修PC项目的BIM应用

4. 参数化设计的探索
在装配式深化设计领域，各大设计院都面临着工作量巨大、出错率高、修改频繁、收费低廉

图18 户型拆分及管线工程量明细

的窘境，如何能够高效完成相关工作，项目组在本项目中对常见问题方式和多种软件应用进行了深入研究：

在应对到后期构件深化阶段，因设计方案调整而深化工作全部推翻的问题，形成构件的三级标准，每种构件对应三种深度，可互换替代，这样保证了方案调整与深化工作间的高效切换并减少返工。在应对方案如快速拆分合理的问题上，开发基于标准构件库的自动拆分技术，使得在多方方案比选上快速判断最佳拆分方式，并通过连带计算，核查预制率的准确性。为保证深化出图和与模型一致的问题，通过不同软件的比对寻找最佳方式：

- 1) Autodesk Revit+TEKLA两种格式转换问题较大，构件容易缺失。
- 2) Autodesk Revit + BENTLEY可以转换，文件量小，但容易出现当机。
- 3) CATIA可以通过参数化快速调整，但调整参数过多，掌握困难。

Autodesk Revit +ALLPLAN对于深化出图调整有很大优势，能够发挥两款软件的优势，但建模规则需要严格约定。

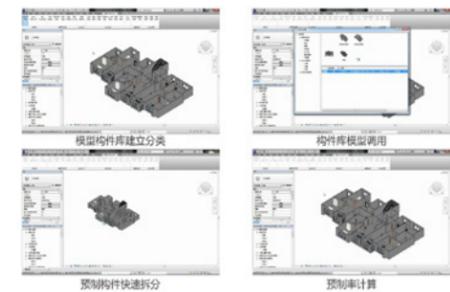


图19 基于数据库智能拆分与自主拼装

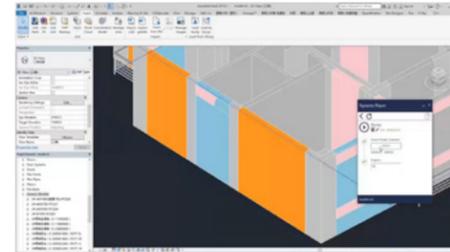


图20 参数化设计快速替换布置预制构件

5. BIM应用价值与效益
该项目运用BIM技术将体系化标准研究与实践探索相结合，通过多种方式的探索和复盘比较，在实现BIM技术与装配化、全装修的无缝对接上，踏出坚实的一步，形成一系列基于BIM的高效工作流程与工作方法，来提高各方的沟通和产出效率。对预制构件的合理分类使得构件生产方式实现多厂合作，成倍提高生产线的效能。在流程控制和控制性数据上的研究使得项目质量把控、成本节约上真正做到“物有所值”。在软件和工作方式的研究上让设计师从繁重的绘图工作中得以解脱，更好的投身于精细化设计研究中，为项目可持续发展有着巨大的推动作用。作为上海市第一个全装修装配式动迁安置房项目，通过BIM技术的运用目前已获得国家住建部装配式科技示范项目、上海市装配式建筑示范项目、国家十三五课题的示范项目。

另外，在BIM数据可视化管控方面，该项目形成了一套完整的BIM模型展示方法，融合相关数据表现，在大幅增强项目在设计、管理、运维各阶段的感受度的同时，实现可追溯性的实时管控。



图21 BIM构件信息采集



图22 预制构件现场施工装配

本项目在BIM设计运用上更进一步，注重对项目精细化设计的运用，使得项目视觉及使用质量、进度大大提高，更可贵的是通过这种方式的运用，结合人的行为习惯，有效抑制项目中可能存在的风险，将BIM设计的隐性价值大大发挥。

伴随着BIM理念在建筑行业内不断地被认知和认可，其作用也在建筑领域内日益显现。通过此次BIM实际应用，充分体现了BIM应用在装配式将装修项目上成果，为项目运作打下坚实基础。

—余飞
技术研发中心·部门主任
华建集团华东都市建筑设计研究总院

公司名称
湖南建工集团有限公司

项目地址
中国，湖南株洲

应用软件
Autodesk® Revit®
Autodesk® Navisworks®

精益求精 打造全市精神文明新乐园 株洲市第二工人文化宫BIM技术应用

随着国家城镇化、工业化发展进程的不断推进，现代化、信息化的不断深入，建筑工业化已然成为建筑产业升级和转型发展的趋势，BIM技术作为信息化时代的产物，改变了传统的建设项目设计、建造和管理的思维方式，推进了建筑产业变革进程，使得建筑产业设计更为科学、精益建造项目管理模式的优势更为突出，在建筑工业化的战略背景下，BIM技术的引入无疑是提高建筑产业链运作效率的有效途径，其在加强工程质量事前控制以及成本管控等方面优势明显，有助于实现工业化项目低能耗、高效率以及绿色环保的发展要求，是提升建造行业科技水平及未来发展的方向。

一石拓
BIM中心主任
湖南建工集团有限公司



图1株洲市第二工人文化宫效果图

湖南建工集团有限公司

湖南建工集团成立于1952年7月，是一家具有勘察设计、工程投资、施工运营、建筑科学研究、高等职业教育、建筑安装、路桥施工、水利水电施工、新能源建设、工程设备制造、房地产开发、对外工程承包、劳务合作、进出口贸易、城市综合运营等综合实力的大型千亿级国有企业集团。集团注册资本金200亿元，年生产（施工）能力2000亿元以上，连续15年入选“中国企业500强”“中国承包商80强”和工程设计企业60强”，连续18年荣获97项中国建设工程鲁班奖。集团的经营区域已覆盖全中国，在亚洲、非洲、拉丁美洲和大洋洲等30多个国家和地区建有公司或者工程项目部，在塞内加尔、马来西亚、利比里亚、坦桑尼亚、尼日利亚、沙特阿拉伯、加纳、斐济、萨摩亚、斯里兰卡、澳大利亚、蒙古、塞拉利

昂、越南、老挝、几内亚等国均有工程项目。

湖南建工集团是由集团本部（湖南省首家房屋建筑工程总承包特级资质企业）和具有四家特级、多家一级总承包资质的共计12家二级子公司（中湘海外建设发展有限公司、湖南省建筑科学研究院、湖南省第一工程有限公司、湖南省第三工程有限公司、湖南省第四工程有限公司、湖南省第五工程有限公司、湖南省第六工程有限公司、湖南省工业设备安装有限公司、湖南建地地产投资有限公司、湖南建工交通建设有限公司、湖南建工装饰有限公司、湖南建工物业发展集团），湖南城建职业技术学院（含湖南建筑高级技工学校）一所大学，湖南建工环保有限公司、湖南中拓建工物流有限公司、湖南建工德顺电子有限公司等参股公司组成。

集团成立60余年来，大力弘扬“一流、超越、精作、奉献”的企业精神，完成了国内外许多大型复杂的工业与民用建筑、道路桥梁、市政工程等设计、施工任务，先后承建贺龙体育场、黄花机场新航站楼扩建工程、长沙火车站、重庆大剧院、中国国家博物馆改扩建工程等众多载入史册的经典精品，有1000余项工程分别荣获省优质工程、省芙蓉奖、国家优质工程银质奖、全国建筑装饰工程奖、詹天佑奖等。集团先后获评“全国优秀施工企业”“全国住房和城乡建设系统企业文化建设示范单位”“第十届全国技能人才培养突出贡献奖”“全国践行社会主义核心价值观企业文化模范单位”“全国诚信企业示范单位”“全国明星施工企业”“全国重合同守信用企业”“全国创鲁班奖工程特别荣誉企业”“全国建设科技进步先进集体”“全国创先争优先进基层党组织”“全国五一劳动奖状”“全国企业党建工作先进单位”“湖南省文明标兵单位”“湖南省守合同重信用企业”“湖南省先进基层党组织”“湖南省思想政治工作先进单位”“湖南省十大创新企业文化示范基

地”“湖南省国资委监管企业反腐倡廉建设先进单位”“全国交通建设系统先进工会”“湖南省属监管企业信访维稳工作先进单位”“湖南省五四红旗团委”等，被授予“中国建设系统企业信用、信誉3A级单位”“全国建筑业3A信用企业”“全国模范职工之家”称号。集团的影响力、知名度和美誉度不断提升。

目前，集团正进一步深化改革，调整产业结构，在新常态下迎接新挑战，捕捉新机遇，实现新发展，努力打造“一体两翼”发展新格局，以具有强大竞争优势的房建施工板块和投资开发板块为主体，以具备相当竞争能力且市场前景广阔的专业建筑及建筑服务业务和海外业务为两翼，大力推进集团与地方政府、央企、上市公司、投资机构、大专院校、重点行业等的战略合作，创新商业模式，规范项目管理，稳步推进集团的改革改制，创新、转型、升级，努力将集团打造为市场竞争力强、资产规模大、管理先进、技术含量高、跨行业和专业经营，集项目科研、教育、投资、设计、建设、运营、维护于一体的总承包集成服务商，

并实现主营业务整体上市，成为具有较强核心竞争力和国际竞争力的湖南省内建筑业龙头企业及国内建筑业先锋企业，最终成为具有全球竞争力的世界一流企业，实现进军“世界500强”目标，为国家经济和社会发展做出新的更大的贡献。

1. 项目概况

项目坐落于株洲市天元区天台路与长江南路交汇处西南角，周边交通便利，配套完善。项目地理位置十分优越，交通便利，人口密集，生活方便，与周边地区联系密切，市政配套设施齐全。该项目为一类高层综合楼，地上9层，地下2层，包含“三馆”（职工文化创作馆、职工创新成果展览馆、非物质文化遗产博物馆），“四城”（图书城、文化用品商业城、饮食文化城、精品百货商城），“五中心”（职工服务中心、职工文化活动中心、职工运动健身中心、职工影视娱乐中心、职工会议创意中心）。

2. BIM实施方案

为保证BIM应用在项目的落地实施，施工前项目组编制了详尽的实施方案，其中明确了工作站软硬件配置和BIM实施过程中的沟通方式及协作平台，并且针对施工前、施工中、运维阶段的BIM应用点编制了详细的实施流程和应实现的成果目标，方案还制定了相应的激励措施以保障BIM的实施。

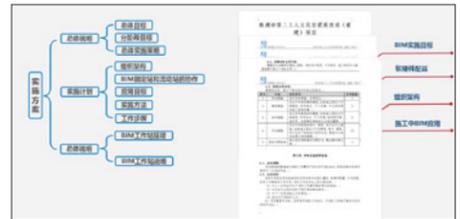


图3 本项目BIM实施方案

3. 项目特点介绍

此项目自开建之初，就将其定位为创优工程芙蓉奖，施工质量要求高，为打造施工亮点，应用BIM技术按照“全面应用、重点突出”的原则。将该项目打造成质量、安全、管理、技术、绿色全方位的全优项目。

该机电管道种类繁多（包含电影院内通风管道、冷凝水管道、电器桥架等二十几种管线系统）管道错综复杂、且规格较大，净高要求高，管线综合难度大。施工前创建管线综合三维模型，并进行排布优化，确保管线排布有序、整齐、标高、坡向一致。



图2 用地规划平面图

4. 基础应用

4.1 模型搭建

Autodesk Revit全专业模型搭建，检测设计图纸中存在的错漏，对重点位置进行描述并提出建议；通过Autodesk Revit模型进行三维设计交底，预先检测设计阶段出现的问题，减除了有可能在施工过程中产生的不必要的成本损耗和工期影响。此外，Autodesk Revit模型为管线优化、施工模拟等BIM应用提供几何形体及数据支持。

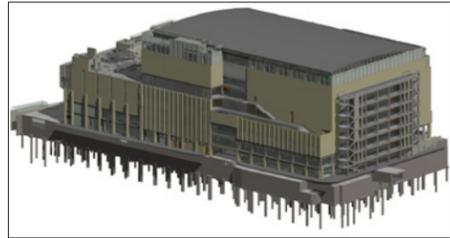


图4 建筑模型

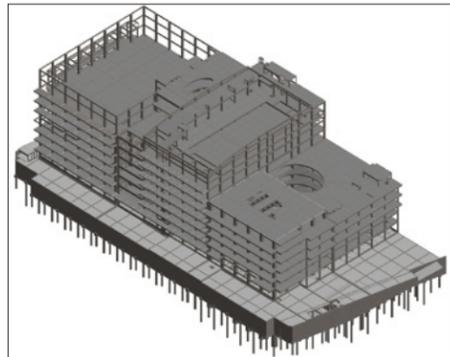


图5 结构模型

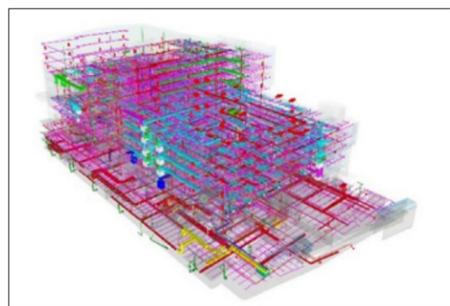


图6 机电模型

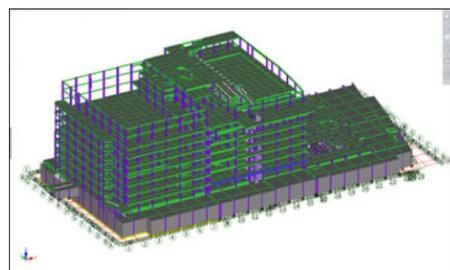


图7 商务模型

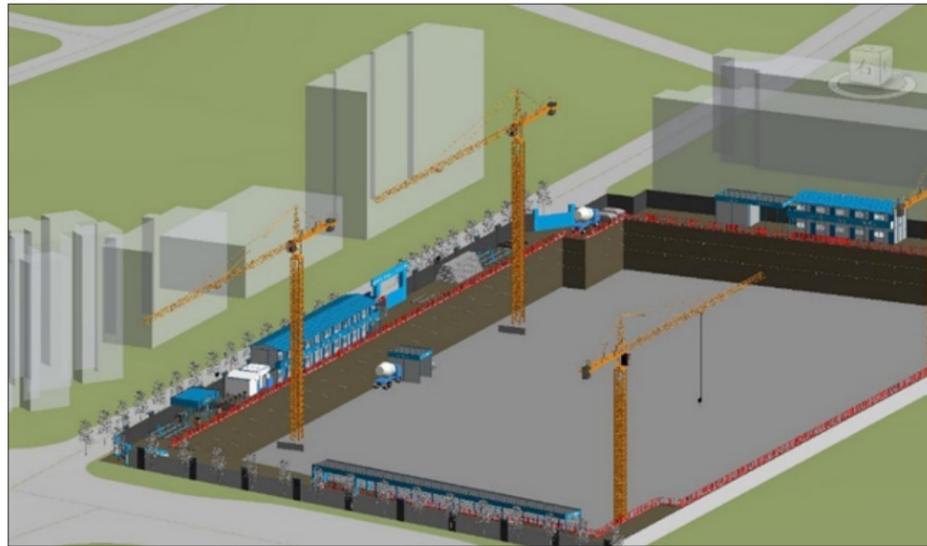


图8 场布模型

4.2 可视化施工场布

本工程涉及专业繁多，场地有限，合理布置动态的施工现场是一大难点，根据现场实际情况将施工场地划分三个区域：材料堆放区域、加工场地、安装场地。

使用Autodesk Revit创建工程场地模型与建筑模型，将工程周边及现场的实际环境以数据信息的方式挂接到模型中，调用工程现场设施族资源建立三维的场地平面布置，并参照工程进度计划，模拟各个阶段的现场布置情况，实现现场平面布置合理、高效。

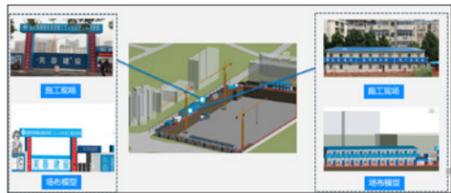


图9 可视化场布

4.3 塔吊方案模拟

塔吊桩位由设计院确定，施工前未合理统一设计，现各施工段塔吊平行搭接部位多，塔吊可

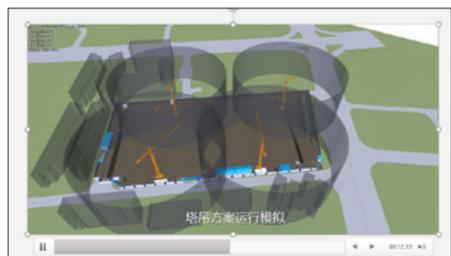


图10 塔吊方案模拟

能碰撞的情况多，且彼此交集区域面积大，碰撞概率高。进行模拟后调整各塔吊爬升高度，降低碰撞几率，避免塔吊碰撞。

4.4 管线碰撞检查报告

通过Autodesk Navisworks对几何模型进行碰撞检查，筛选检查清单数据，在Autodesk Navisworks模型上标记具有代表性的区域并截取图像，输出碰撞清单，结合非几何信息进行碰撞描述与分析，制作管线碰撞报告，将复杂碰撞点记录生成BIM模型优化建议单，利于三方沟通，提高工作效率。

图11 机电问题汇总

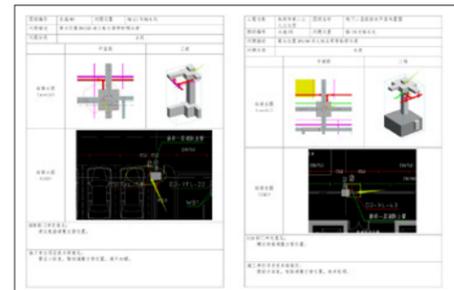


图12 碰撞报告与优化有意见

4.5 净高分析

Autodesk Revit软件中利用颜色方案对风管底部标高范围值进行设置，对各个不同分区内空间风管净高使用不同颜色区分，进行净高进行分析，为工程决策提供可靠数据支撑。根据项目的设计规范，按照建筑特点，管道优化后地下室负二层净高度2.4米以上，满足净高要求。



图13 净高分布图

5. 重点应用

5.1 管综综合优化设计

本项目走廊、地下室等部位管道系统复杂，运用BIM技术对管道系统进行总体规划，结合规范与现场实际情况将电气桥架、喷淋主管、消防主管、给排水主管并排安装，使原本零散的管网系统，变为脉络清晰的主管成环，支管错开主管的方式布置。根据模型色彩标准对机电各专业进行颜色划分，并利用BIM的可视化功能形象直观的进行管线碰撞检测、碰撞处管线翻弯、综合支架设计等，管线优化完成后，对机电各专业工程量进行统计，导出工程量清单。

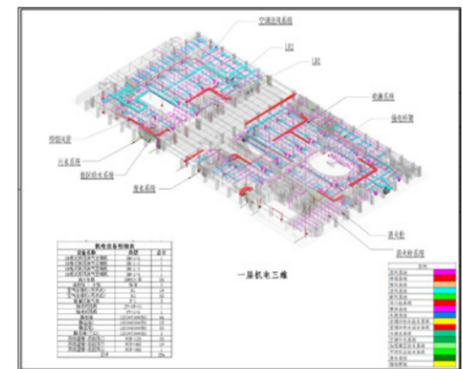


图14 一层机电优化三维

5.2 机房优化

本工程各专业设备机房施工以鲁班奖工程质量项目为标准，工程进度工期紧，安装质量要求高，特别在机房、过道构件布置密集交错等部位，通过对机房进行深化设计，出具平面、剖

面图、三维轴测图，进行可视化交底，指导现场施工。

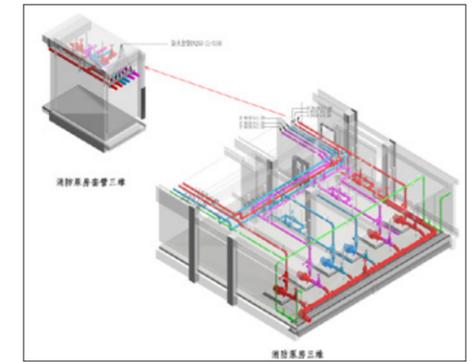


图15 机房优化三维

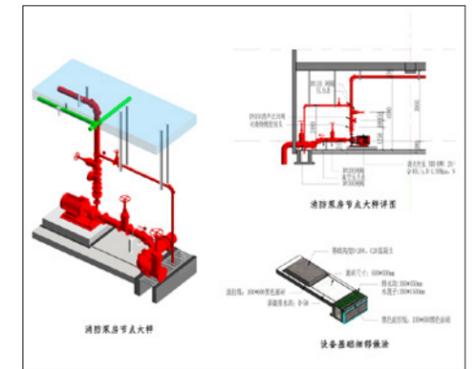


图16 机房设备按照节点大样

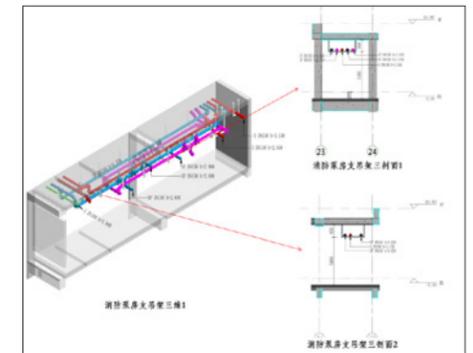


图17 机房支吊架三维

5.3 管井优化

管井空间狭小、管线多、施工单位多，必须合理设计及科学安排各单位施工顺序，才能确保施工顺利实施。施工前利用BIM技术进行管井内管线的综合布置，确保管道排列整齐，标识齐全准确，支架标高一致，导出三维管井排布图及平、剖面图，向安装班组进行施工交底，合理安排管线施工顺序。

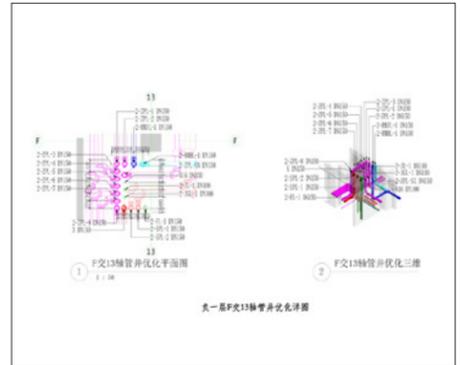


图18 管井深化施工图

5.4 机电深化出图

BIM深化后，各专业管线占位符合施工顺序，没有碰撞现象，且满足施工、检修和运行空间，考虑到支吊架的安装空间问题。

BIM成果各方认同后，全机电专业出图，Autodesk Revit直接输出图纸，在出图前，与技术部、各专业分包商等人员反复确认模型精度、管线标高、间距、翻弯角度等安装参数，确保模型精准，满足施工要求。并依照出图标准对机电各专业各系统的线型、线宽、颜色进行设置，仅负二层就导出给排水、暖通、电气等各专业CAD施工图纸16份。

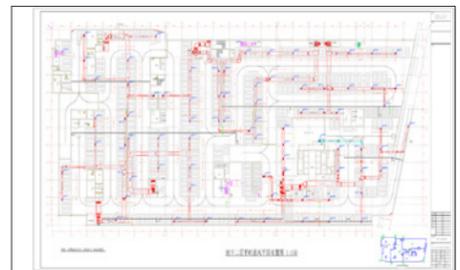


图19 负二层平时通风平面



图20 地下二层喷淋平面图

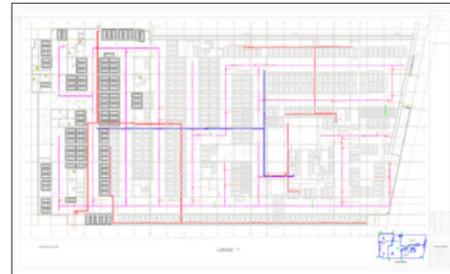


图21 负二层电气平面图

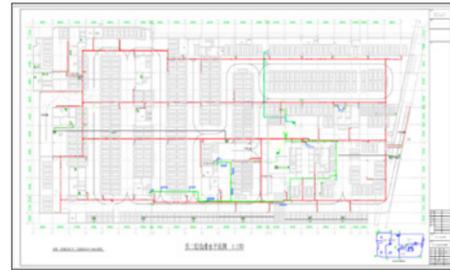


图22 负二层给排水平面图

5.5 工艺施工动画交底

根据项目施工生产需求与空心楼盖质量控制要点，在施工前，对地下室负一负二层筒芯内模的安装进行了预排布，精确计算每块空心楼盖的芯模数量，为项目精细管理提供依据。同时制作了各工艺交底视频，对空心楼盖抗浮措施做重点交底。

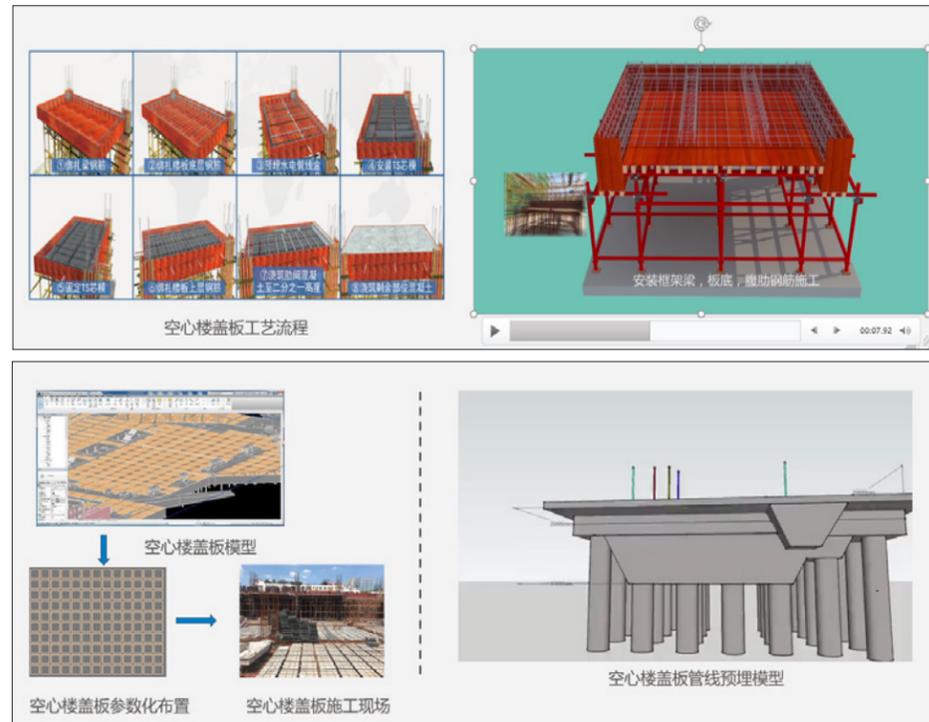


图23 空心楼盖板工艺动画交底

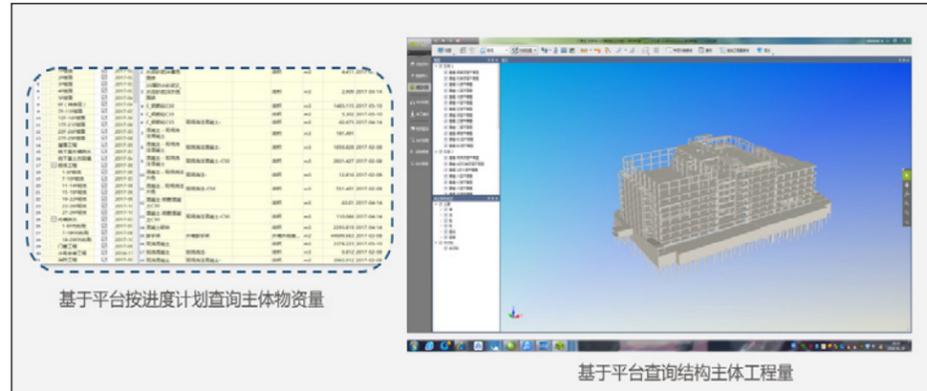


图24 施工成本管理

6. 施工管理应用

6.1 施工成本管理

利用BIM-5D管理平台，整合模型数据，为项目精细化管理提供了数据支持，使项目在建设过程中，严格进行劳务结算、材料出入库、机械费用结算等专项成本管控，做到施工动态管理。在向业主报量或者审核分包报量的过程中，通过模型获取每期进度的工程量，提高了报量的效率。

6.2 质量安全管理

通过BIM-5D进行项目的质量、安全管理，BIM工作人员对每周的质安问题进行整理，定

期分析和检查现场未及时解决的质安问题，要求项目部及时安排责任人进行整改，严格把控质安管理的各个环节，保证工程质量，目前已记录质安问题38个。



图25 BIM5D质安管理

6.3 资料管理

将项目资料进行上传并分按照不同的专业和施工阶段进行分类、整理，实现了碎片资料向系统化资料的转变。上传的资料与模型挂接，实现材料报验、施工记录、质量验收等资料的定位查询。监督项目资料编制进度，实现资料扁平化管理。

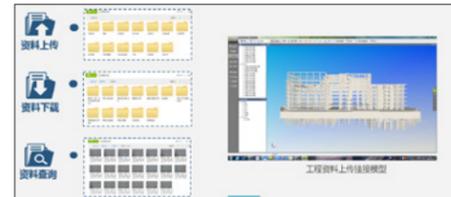


图26 资料管理

7. BIM应用情况

· 精细化模型搭建：通过Autodesk Revit系列软件进行全专业模型搭建，充分利用Autodesk Revit三维参数化的特点精确地控制项目单位误差在1mm以内。各专业间分开平行建模，利用工作集进一步对专业拆分进行管理，最终将各专业模型进行关联，形成完整的三维参数化模型。

· 图纸会审与碰撞检查：将Autodesk Revit模型轻量化处理导入Autodesk Navisworks系列软件中，实现各专业模型间的碰撞检查；通过结合三维模型与二维图纸审查，提前发现图纸问题285处，其中属重大变更63处。

· 动画施工工艺模拟：利用BIM施工模拟动画进行工艺交底，在机房、走廊管线布置密集交错等位置，进行深化设计，出具平面、剖面图，三维轴测图等，指导现场施工。

· 管线优化及出图：借助BIM技术三维可视化手段与业主方、设计方、施工方等各方进行工程项目讨论，就重点难点排查、管线与空间排布合理性等问题进行研究，利用BIM各视图联动的特点高效地确定最优方案；根据设计规范、施工图纸，结合现场实际情况及工程施工经验，对模型中主要管道与管道间、管道与结构间的碰撞问题进行了优化调整，仅负一、负二层管线综合优化就节约材料成本50万余元。

· 施工应用管理：利用BIM5D平台集成土建、机电、钢结构、幕墙等各专业模型，并以集成模型为载体，关联施工过程中的进度、合同、成本、质量、安全、图纸、物料等信息，利用BIM模型的形象直观、可计算分析的特性、为项目的进度、成本管控、物料管理等提供数据支撑，协助管理人员有效解决和精细管理，从而达到减少施工变更、缩短工期、控制成本、提升质量的目的。

8. 结语

通过总结湖南建工BIM技术发展经验，结合芙蓉建设集团实际情况，制定了“全过程咨询，分阶段实施”的总体思路，从BIM应用培训、试点项目BIM应用、企业级BIM技术体系建设三步流程完成芙蓉建设集团BIM团队及企业BIM体系的搭建。

本项目BIM应用实施初始制定了《第二工人文化宫提质改造工程BIM技术实施方案》对项目模型内容、模型深度、BIM应用点及交付内容进行

行了详细规划，为后期BIM技术的实施提供了依据。

株洲第二工人文化宫项目案例BIM实施初始制定了《第二工人文化宫提质改造工程BIM技术实施方案》，对项目模型内容、模型深度、BIM应用点及交付内容进行了详细规划，在实施过程中不仅通过基于BIM技术的深化设计，直观、明了、高效、精确地帮助项目组对各专业设计进行协调优化，摆脱传统二维设计方式的羁绊，提高设计效率，解决了设计及施工阶段大量问题，同时创造可视化信息沟通环境，提高各专业、各阶段之间的协同合作，同时提高业主参与度，从而提升项目的整体品质。

公司名称
湖南省第六工程有限公司

项目地址
中国，长沙市湘江新区

应用软件
Autodesk® Revit®
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® 3ds Max®
Autodesk® Dynamo

湖南省第六工程有限公司充分发挥设计、施工一体化集成服务优势，展开了基于BIM技术在项目集群管理的积极探索。依托BIM、大数据、云计算等技术，以模型为核心从海量信息中自动分析和萃取有用信息，开发信息管理平台，实现公司总部与项目现场的信息共享、管理联动。

—刘著群
BIM中心主任
湖南省第六工程有限公司

文化繁荣 底蕴深厚

BIM助力湖南省首个美术馆综合体建设



图1 湖南省美术馆及艺术家之家效果图

湖南省第六工程有限公司

湖南省第六工程有限公司创建于1952年，是一家集工程施工、投资开发、技术研发为一体的国有独资大型企业。公司注册资本金30亿元，年施工生产能力逾300亿元。公司拥有工程技术人员4000余人，高、中级职称1500余人，注册一、二级建造师700余人，其他注册师100余人。具有房屋建筑工程施工总承包特级；公路、市政公用、机电安装总承包一级；桥梁、公路路面及路基、钢结构、起重设备安装、消防设施工程、地基基础工程、环保工程、电子与智能化工程专业承包一级；房地产开发、国家物业管理一级；建筑设计、装饰设计及幕墙设计甲级；施工劳务资质和其他专业资质。

六十多年的厚重积淀，逐步形成了自身独特的企业精神和文化，形成了“敬天、爱人、厚德、兴业”的核心价值观；“一流、超越、精作、奉献”的企业精神；“追求建筑高品质展示湖南六建人”的企业品质。

公司以“做强施工、做大投资、做精专业、做优团队、做活文化”为核心，在湖南各地州市和全国30多个省、直辖市、自治区均设有分公司，并承建了沙特阿拉伯、塞内加尔、马尔代夫等国家的重点工程。业务范围涉及施工、投资、开发、设计、咨询、建材、工程设备、劳

务、路桥、市政、水利、交通等建筑业上中下游产业等领域。

公司资金雄厚，信誉卓著，已荣获35项鲁班奖，以及国家级装饰金奖、国家级钢结构金奖、省芙蓉奖及其它国家级、省部级专业奖数百项，先后获得38项国家专利、6项国家级工法、3项全国新技术应用示范工程、1项国家级科学技术进步二等奖、4项湖南省科技进步奖、51项省级工法、16项省级新技术应用示范工程、1项国家级绿色施工科技示范工程、8项省级绿色施工示范工程、146项企业施工工艺标准，主编国家标准1项、行业标准1项。获得的主要荣誉有“全国守合同重信用企业”、“全国用户满意施工企业”、“全国质量管理优秀施工企业”、“‘十一五’全国建筑业科技进步与技术创新先进企业”、“全国建设系统精神文明建设先进单位”、“全国优秀施工企业”、“全国建筑业先进企业”、“全国模范职工之家”、“全国建筑业诚信企业”、“湖南省文明单位”、“湖南省优秀企业”。

项目概况

湖南省美术馆位于湘江新区后湖景区湘江之滨，毗邻中南大学新校区，占地面积5万多平方米，建筑面积24700多平方米。美术馆为地上三层，屋面标高展厅最高处22m，女儿墙标



图2 湖南省美术馆及艺术家之家效果图



图3 湖南省美术馆红陶板幕墙效果图

最高处29.5m。艺术家之家为地上四层，屋面结构标高16m，女儿墙标高最高17.5m。幕墙工程包括陶土板幕墙系统、陶土百叶幕墙系统、框架式玻璃幕墙系统、吊挂大玻璃幕墙系统、玻璃栏杆系统、玻璃采光顶系统、开放式裂纹陶土板幕墙系统等。美术馆由展览区、公共服务区、学术研讨区、办公区、藏品区等五大区域组成，具备陈列展览、文化服务、对外交流、学术研究、文艺创作、艺术收藏等功能。建成后，将填补长期以来湖南大型专业艺术展馆的空白，对提升长沙城市文化品位、促进湖南文化艺术事业大发展大繁荣。



图4 规划平面图

BIM应用介绍

本项目以BIM技术为支撑，贯穿建设项目施工—运维阶段的BIM应用。

施工准备阶段

模型搭建

利用Autodesk Revit进行全专业模型搭建，在建模过程中发现问题并形成问题记录表，模型完成后利用Autodesk Navisworks对机电模型进行碰撞检查，检查设计图纸中存在的错漏，对重点位置进行描述并提出建议，减低了有可能在施工过程中产生的不必要成本损耗和工期影响。此外，Autodesk Revit模型为管线优

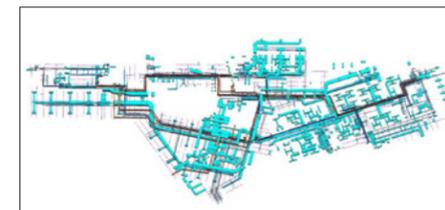


图5 机电模型

化、施工模拟等BIM应用提供几何形体及数据支持。

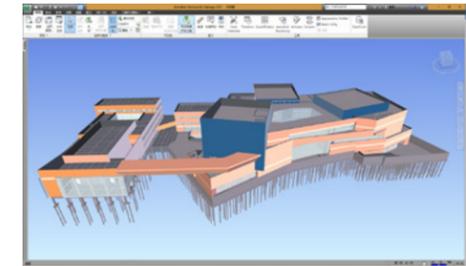


图6 美术馆及艺术家之家综合模型

土建模型碰撞检查报告

在建模过程中发现问题形成问题记录表进行汇总，用于图纸会审，累计发现图纸问题65处，解决问题的同时加深项目管理人员对图纸的理解，避免因图纸问题造成返工。

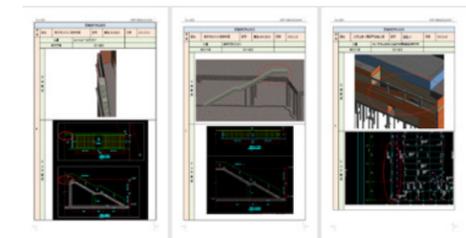


图7 结构专业碰撞检查报告

高支模深化设计

本工程高支模区域共有12处，最大跨度27m，最大梁600*1800，最高支模高度为18m，高支模状况复杂。通过专业的图纸和文字描述的交底方式已经不能很好的阐述方案设计意图，对复杂节点的处理上，也无法直观表达。根据以上存在的问题，借助BIM可视化模型并参考国家规范，自动生成模板和脚手架模型，对项目高支模部分进行智能识别，计算并生成材料统计、模板脚手架施工方案和高大模板安全计算书等。

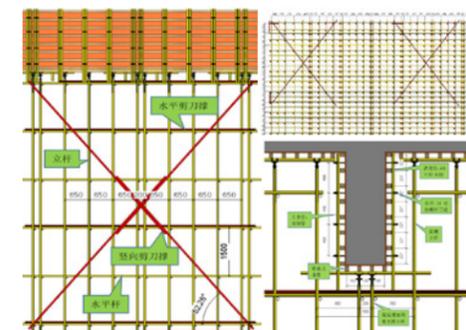


图8 高支模平剖施工图及节点图

外脚手架设计

本工程外立面复杂，外架搭设分段多，位置及搭设时间不一，给架体受力验算和搭设带来很大困难，如何确定各段搭设参数及搭设时间，保证安全稳定是工程施工的难点。

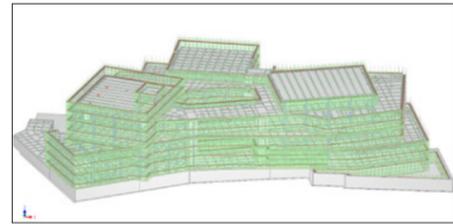


图9 外脚手架模型

首先建立土建模型及幕墙模型，根据模型对脚手架进行设计，由于建筑物结构异形，且部分位置向内收缩，导致脚手架存在不连续的情况。脚手架搭设对架体结构稳定性、承载力有很高的要求。针对此特点，对脚手架进行分段设计（如图9所示）利用模架软件对脚手架参数进行优化（如图10所示），生成计算书作为参考，保证脚手架的稳定性及承载力符合规范要求，确保工人有足够的作业面，达到满足到施工的要求。配合进度计划确定每段开始搭设时间，出具工程量清单，实行限额领料，节约成本。

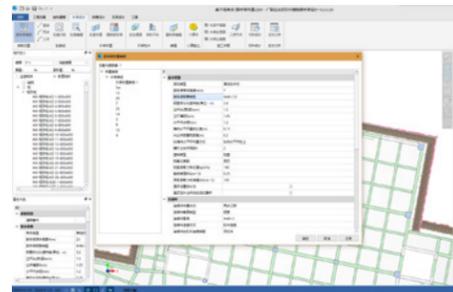


图10 外脚手架参数优化

幕墙工程深化设计

本工程幕墙系统主要由红陶土板构成，幕墙的施工难点关键在于控制单元式转接件的安装精

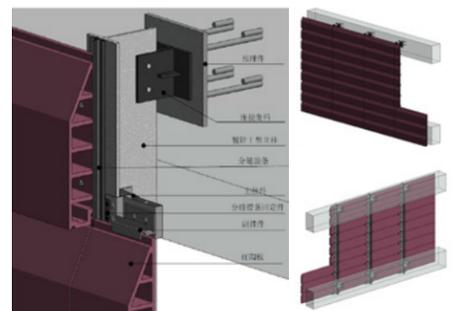


图11 红陶土板幕墙节点模型

度、小单元陶板组件制作及板块吊装。如何准确放线定位对幕墙施工来说尤为重要。利用Autodesk Revit三维可视化的特点，对重点难点区域进行深化设计，准确定位预埋件位置，分析节点模型构造形式，帮助安装工人理解设计意图，保证安装的精度。根据红陶板幕墙系统施工工艺要求，确定红陶板安装流程，进行三维技术交底，指导现场工人进行安装，确保安装质量。

利用Autodesk Dynamo进行可视化编程，设置成套电池组，建立参数化数字、几何一体化模型，并对红陶板幕墙单元板块进行快速编号及工程量统计。

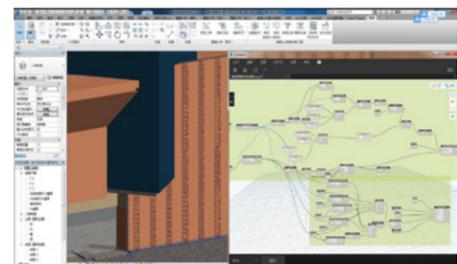


图12 幕墙Autodesk Dynamo参数化设计

开放式裂纹陶板小单元板块加工制作是本项目的重点、难点。幕墙外立面装饰为开放式的裂纹设置，以大展厅南侧为例，整个幕墙19个分块裂纹设置采用四个基本单元组合而成，利用Autodesk Revit建立四个基本单元深化模型，进行模型预分割，确定分割缝位置。



图13 幕墙基本单元模型

以基本单元一为例：利用模型生成下料单，对小拼接件进行编号并标注在白陶板背面，指导现场进行定尺切割与小分块预拼接，保证开放式裂纹白陶土板拼接精度。

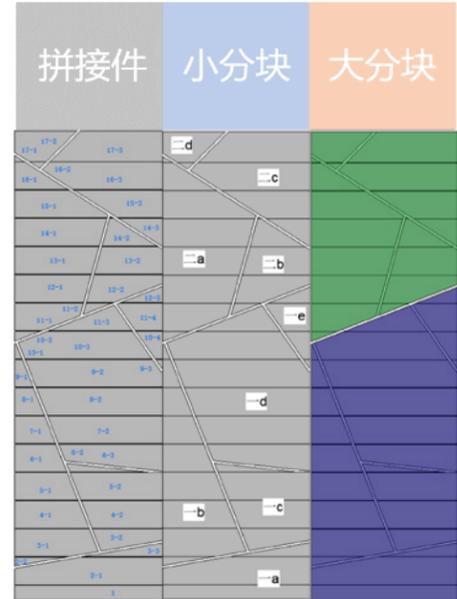


图14 白陶土板分块模型

对白陶板、铝条、铝板、角钢开孔位置进行深化设计定位，辅助整体四个基本单元板块共1695个孔位机械钻孔定位，控制尺寸偏差，减少二次钻孔，节约材料及生产成本。

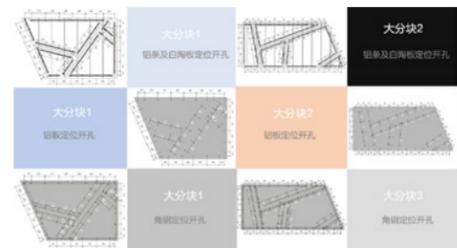


图15 幕墙定位开孔模型

预应力结构与模拟

本工程屋面大跨度梁采用有粘结预应力技术，梁截面尺寸为600*1600、600*1800，最大跨

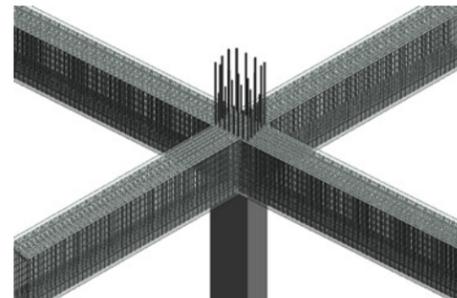


图16 钢筋节点模型

度27m，利用Autodesk Revit建立三维模型进行预应力梁深化设计，确定预应力筋位置，指导预应力筋定尺下料及定位绑扎。

利用钢筋模型对预应力筋进行排布时发现预应力筋与普通钢筋存在多处冲突，及时会同设计单位及专业预应力公司调整节点的布置，确保设计要求和钢筋位置正确，避免主体结构的二次开洞带来的安全隐患及材料浪费。

利用Autodesk 3ds Max制作后张法有粘结预应力工艺交底动画，从工艺流程、质量控制点，进行清晰详细的交底，确保预应力专业施工质量。

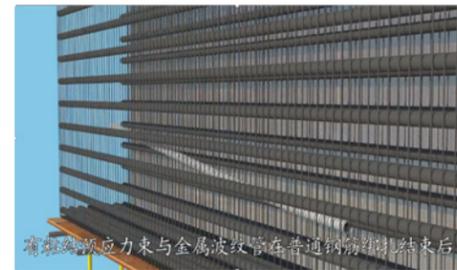


图17 预应力工艺动画

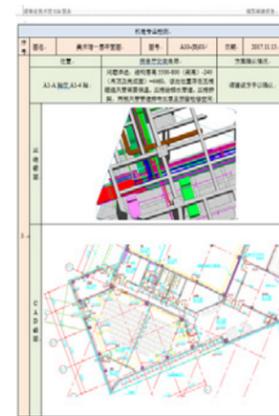


图18 机电碰撞检测报告

管线碰撞检查报告

综合土建、给排水、电气、消防、暖通各专业模型，通过Autodesk Navisworks对几何模型进行碰撞检查，预先发现安装工程中不同部分、不同专业之间的冲突和干扰，在Autodesk Navisworks模型上标记具有代表性的区域并截取图像，形成碰撞报告，不断优化调整管线的空间布局，以达到最合理的综合排布效果。

在净高允许条件下，利用Autodesk Navisworks检查净高不合格处，在满足功能的情况下，通过管线平移、翻弯，风管等面积变换等方式优化管线空间位置，使净高满足设计要求。



图19 净高优化

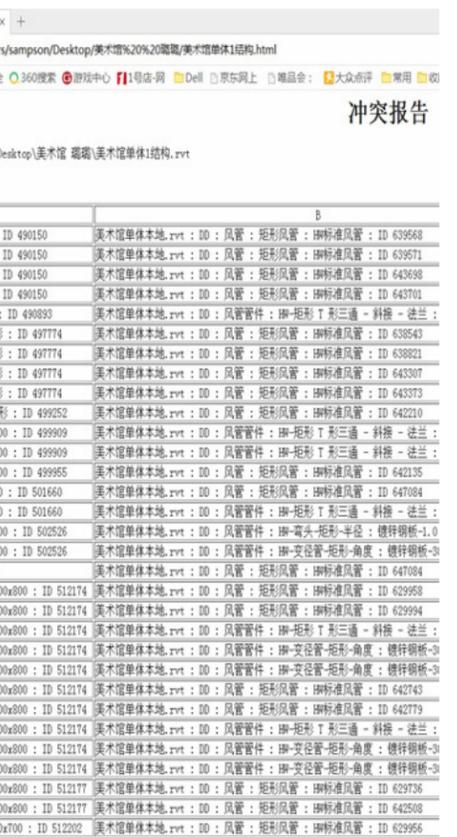


图20 管综三维可视化交底

管综三维可视化交底优化设计

利用Autodesk Revit三维可视化特点，对重点难点区域的处理，我方各专业BIM人员进行研究讨论，提出调整建议，并与各参与方沟通，确定优化调整方案，在解决碰撞问题的同时，达到提高空间使用率、管线排布合理性及运行维护需求的目的。

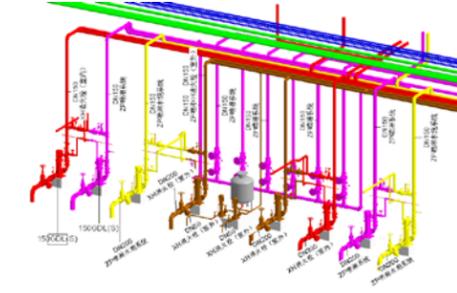
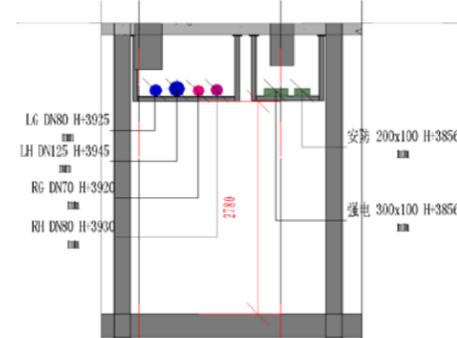
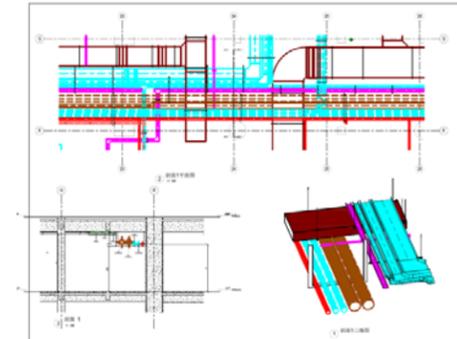


图21 地下某管廊优化前

由于系统繁多，各专业管线占位混乱，不仅碰撞严重，更无法满足施工、检修和运行空间。

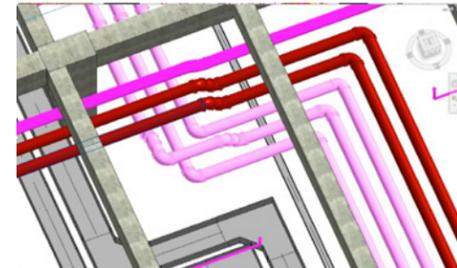


图22 地下某管廊优化后

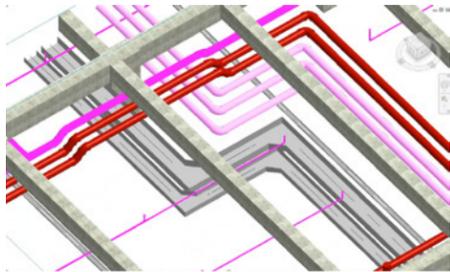


图22地下某管廊优化后

BIM深化后，各专业管线占位符合施工顺序，没有碰撞现象，且满足施工、检修和运行空间。

模型工程量校核

利用现有施工图纸对原有模型进行核算，通过钢筋模型的校核，发现美术馆地下室马凳筋工程量有误差、其他主体结构钢筋有变化。汇总钢筋量差，较预算钢筋量增加135.43T，占美术馆地下室钢筋总量的3.8%

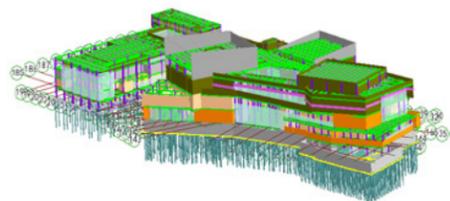


图23 钢筋模型

湖南省美术馆钢筋云检查结果表，包含构件名称、规格、数量、单位、备注等列。

图24 钢筋校核结果

清单工程量校核

模型优化后，提取的BIM模型工程量与投标清单工程量进行对比分析，找出工程量有误差的清单项。

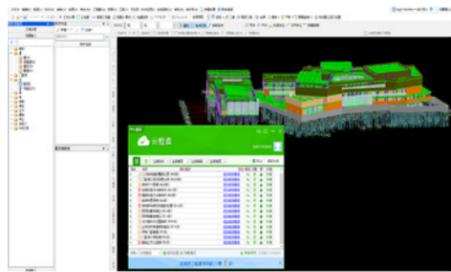


图25 模型工程量与清单工程量对比分析

经工程量校核后得出直行墙及矩形柱优化后工程量增加，增加金额约为10.56万元。

E.1 单位工程工程量清单与造价表，包含项目编码、名称、单位、数量、综合单价、合价等列。

图26 工程量校核结果

材料计划管理

利用算量软件建立模型后，将模型上传至BIM5D平台，利用平台提取项目主要材料工程量，形成材料用量总计划，为编制项目材料采购计划提供数据支撑。

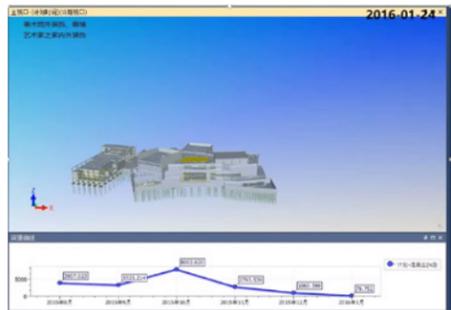


图27 资源曲线

材料需用计划表，包含工程名称、材料名称、规格、单位、数量、备注等列。

图28 材料计划表

采用BIM 5D平台，只需上传好模型、划分流水段，即可做到一建提量。并实时导出构件工程量与清单，避免重复工作，做到内外工程量快速提取。

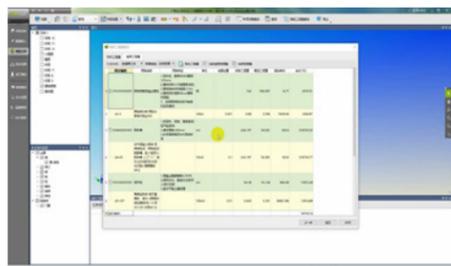


图29 工程量提取

BIM应用情况

- 精细化模型搭建：通过Autodesk Revit系列软件进行全专业模型搭建...
碰撞检查：将各专业Autodesk Revit模型轻量化处理导入Autodesk Navisworks...
高支模深化设计：利用Autodesk Revit建立等比例措施模型...

- 外脚手架方案：本工程外立面复杂，外架搭设分段多...
幕墙工程深化设计：幕墙的施工难点，关键在于控制单元式转接件的安装精度...

模型，准确定位预埋件位置，分析节点模型构造形式，帮助安装工人理解设计意图，保证安装的精度。根据红陶板幕墙系统施工工艺要求，确定红陶板安装流程...

- 幕墙单元板块快速编号：利用Autodesk Dynamo进行编程...
幕墙开孔定位：幕墙外立面装饰为开放式的裂纹设置...

- 预应力结构：预应力梁截面尺寸较大，复杂节点处钢筋排布密集...
幕墙开孔定位：幕墙外立面装饰为开放式的裂纹设置...

- 预应力结构：预应力梁截面尺寸较大，复杂节点处钢筋排布密集...
幕墙开孔定位：幕墙外立面装饰为开放式的裂纹设置...

要求和钢筋位置正确。利用Autodesk 3ds Max制作后张法有粘结预应力工艺交底动画，从工艺流程、质量控制点，进行清晰详细的交底...

- 管线优化：借助Autodesk Revit三维可视化手段就重点难点排查...
其他应用：Autodesk Revit模型多接口输出保证了其利用率...

结语

在整个项目的实施过程中，为避免模型建立混乱与衔接问题，我们在实施前明确分工，各司其职。在项目初期，通过对施工图纸的识别，建立建筑、结构、机电模型...

中国目前建筑施工行业管理还比较粗放，运用BIM技术结合信息化手段，开展BIM技术应用，实现BIM+信息化，助力项目精细化、信息化管理...

一周瑾
BIM中心技术主管
湖南省第六工程有限公司

公司名称
中建八局第一建设有限公司

项目地址
中国，青岛崂山区

应用软件
Autodesk® Revit®
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® Insight : Energy Analysis
Autodesk® 3ds Max® Design

BIM+绿色建造

青岛歌尔一期工程BIM技术应用



图1 歌尔一期效果图

随着BIM运用环境的不断完善，各方对BIM技术运用点的拓展与深度挖掘，BIM应用正在进入BIM 3.0阶段。在此发展阶段中，BIM技术正在从施工阶段向建筑全生命周期拓展。在建筑行业，BIM技术在企业和项目管理的应用仍处于起步阶段，BIM技术与企业管理平台的集成势必带来建筑行业管理模式的变革。

作为建筑行业的BIM技术的早期实践者，中建八局第一建设有限公司正在努力探索，积极实践，建立一套可推广的企业BIM管理模式，助推建筑行业BIM技术的发展。

— 邓波
BIM总监
中建八局第一建设有限公司

中建八局第一建设有限公司

中建八局第一建设有限公司，前身为中国建筑第八工程局第一建筑公司，始建于1949年，系世界500强企业排名第24、全球最大的投资建设集团——中国建筑集团有限公司下属三级独立法人单位。公司总部位于山东省济南市，下设十五家二级单位，中诚租赁公司一家参股公司以及高科技厂房事业部。公司注册资本金10亿元，具有房屋建筑工程施工总承包特级资质、市政公用工程施工总承包特级资质、建筑、人防工程设计甲级资质、市政行业设计甲级资质，具备机电工程施工总承包壹级、消防设施工程专业承包壹级等十三项专业承包资质，是国家科技部认证的“国家高新技术企业”。



图2 歌尔大道效果图

项目概况

项目位于青岛市崂山区滨海大道以东、东三路以北，总占地面积115058m²，总建筑面积16.4万m²。清水展开面积14万m²，是全国单体体量最大的清水混凝土工程，已申报国家高性能绿色建筑示范工程。工程设计运用丘、林、溪、田这四个元素来展现可持续发展的绿色生态化科技产业园区。



图3整体效果图

BIM应用路线

BIM技术应用路线，以设计引领为主线，两项科技，三项终端，四个样板，打造绿色建造八化管理。

采用3+1 BIM管理理论，结合项目组织架构体系，打造全员，全专业，全过程的三全BIM管理体系。

项目采用点对点矩阵式总承包管理模式进行项目BIM技术应用管理，形成项目BIM技术管理中心，加强部门间联动，及时处理问题，提高工作效率，保证BIM技术在项目顺利实施。



图4 本项目BIM应用路线

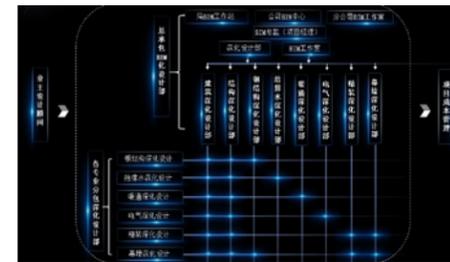


图5 本项目BIM管理体系

案例BIM应用介绍

本项目运用BIM技术工具，辅助贯穿建设项目全生命周期的绿色施工。

设计施工阶段

以BIM信息模型为核心，搭建了设计管理工作组，各专业的深化、优化设计全部在平台中基于BIM模型展开，让总包单位成为设计管控的真正核心。项目采用BIM设计管理协议，图纸交接单，BIM实施方案，BIM设计任务书等措施保证项目设计工作顺利实施。

模型搭建

运用Autodesk Revit进行全专业模型搭建与图纸会审，检测设计图纸中存在的错漏，在前期设计协调会上提出问题；通过Autodesk Revit模型进行三维设计交底，预先检测设计阶段出现的问题，减免了有可能在施工过程中产生的不必要的成本损耗和工期影响。此外，Autodesk Revit模型为安装专业的BIM应用提供几何形体及数据支持。

全年负荷计算

利用BIM space对项目模型进行全年负荷计算，根据计算结果优化系统方案，项目最终

采用变风量空调系统，从而适当的减小了制冷机组的装机容量；此外还可以进行风管和水管的水力计算，将计算结果附回模型中可有效优化一次设计不合理的管道尺寸，并可出具水力计算书作为理论支撑。

设计阶段对结构、能耗、热工、通风等进行分析，结合节能评估的基本要求，设计符合绿色建筑标准的绿色建筑。

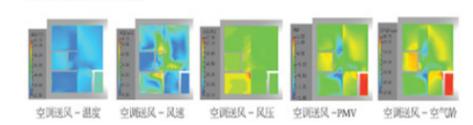
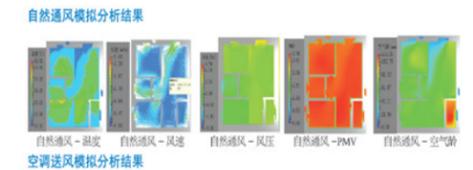


图6 送排风模拟

机电安装深化设计

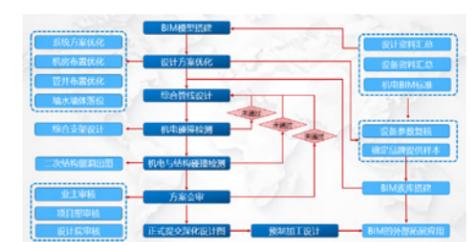


图7 深化设计流程

由于设计院各专业人员各司其职，配合不够细致往往造成各专业图纸出现管线占位，管井与建筑图纸不匹配等各种问题。通过BIM综合管线排布后可及时发现一次设计问题，并运用短焦投影进行实时交互沟通，将问题反馈并解决后可有效避免后期施工可能遇到的一系列阻碍。

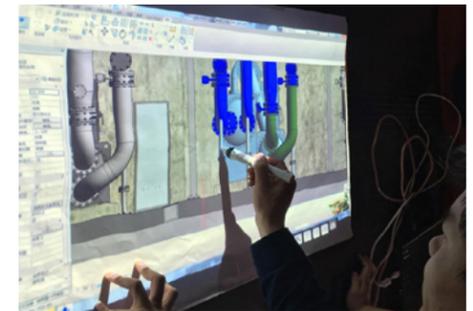


图8 优化交流

碰撞检测

利用Autodesk Revit三维可视化特点，对关键

节点进行处理，我方各专业工程师进行碰撞检测，根据检测结果提出调整建议，并与各参与方沟通，确定优化调整方案，有效解决碰撞问题的同时，避免后期施工中可能出现的一系列问题。

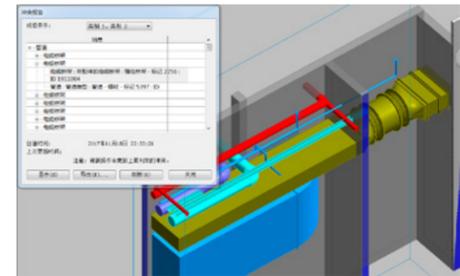


图9 碰撞检测

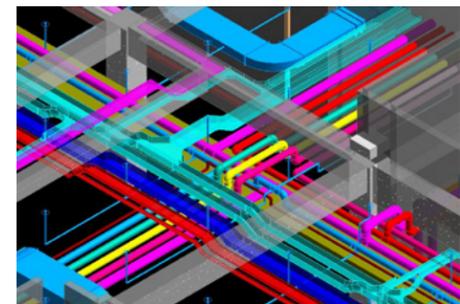


图10 深化效果

装饰装修深化设计

采用Autodesk Revit与基于BIM技术的快速排砖插件进行样板房间排砖，可实时查看排砖效果，并能导出工程量统计表，辅助后期材料采购与成本管理。

4D进度管理

利用Autodesk Revit、Navisworks对整个工程进行模拟建造，通过BIM的模拟性，展示整个工程的成长概况，可对建设过程中的平面管理、重点工序及工种穿插进行总体部署及统筹管控。基于BIM技术与公司自主研发的项目管理平台实现了Project系统编制计划、BIM 4D模拟计划、项目管理系统录入计划、手持终端考核计划、智慧工地终端公布计划的全过程管控。



图11 施工模拟

5D成本管理

项目运用我司自主研发的5D成本管理插件，对工程所有构件进行编码映射，可批量更改构建名称，导出清单算量表，对项目成本进行管控，并根据项目施工进度，随时提取工程量，进行限额领料等，对项目进行系统联动管理。

钢筋精细化管理

基于BIM建立钢筋深化模型，建立BIM数据库，对钢筋工程量进行统计分析，与广联达算量、云翻样量对比分析。通过BIM多算对比，可有效了解钢筋消耗量有无超标，实现对成本的有效管控。

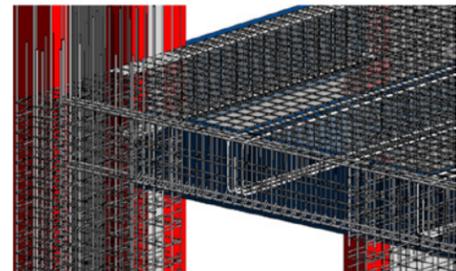


图12 钢筋模型

基于BIM建立钢筋云翻样模型,导出钢筋翻样料单,对钢筋料单的合理性和正确性进行分析审核,然后通过钢筋现场管理软件,对料单进行优化,为现场精准下料提供依据,并运用Autodesk Revit软件对101图集进行BIM化延伸。

建筑物料追溯平台(RFID)

结合BIM模型在本工程中的应用提高了物料识别效率、物料工程状态信息维护效率。使材料进场及堆放乃至后期维护更为有效合理。

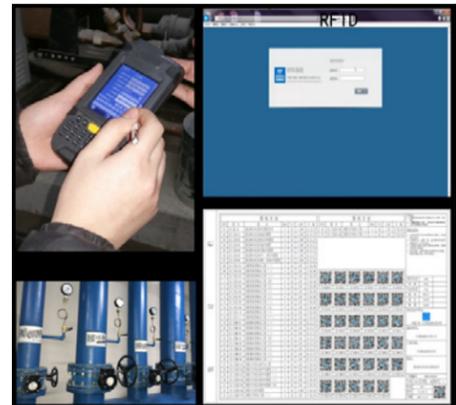


图13 建筑物料追溯平台(RFID)

BIDA4.0体系研发与应用

BIDA 4.0设计研发：“BIDA一体化”工程技术体

系是集“全BIM化深化设计、工业化生产、物联网化配送、模块化装配式施工”为一体的工程技术体系。

模块化设计、深化设计：基于BIM模型的高精度、可视化特点，将水泵、阀部件、管道、支吊架进行一体化整合设计，形成循环泵组装配单元和预制管组装配单元。之后通过系统校核优化，多专业一体化深化设计，确定最优方案。预制加工身份标识：建立预制加工基地，对厂家进行生产交底。根据高精度BIM模型导出加工图纸，在车间采用自动化设备进行数控加工。自主研发二维码云计算平台，将每个预制构件的加工信息、配送信息、验收信息和装配信息等制作成可双向追溯管理的二维码活码。

运输模拟，物料追踪：运用BIM技术，进行装车运输模拟，合理摆放成品构件，充分利用空间，提升运输效率。预制部品部件的物资的信息追溯，采用自主研发的RFID物料追溯系统进行云端数据管控,与公司物资管控系统实现数据对接，随时通过云端数据掌握预制构件的信息。

栈桥移动、天车吊装：采用自主研发的可拆卸周转式栈桥移动轨道技术，在设备间搭建栈桥，利用小型机械将装配单元运输就位。较传统就位方式型钢用量减少85%，栈桥轨道使用周转率达100%。自主研发应用“天车系统”，利用机械化的吊装作业，极大的提高了施工速度，机房整体装配效率提升50%。

装配式管井设计：利用装配式管井工艺可以有效避免普通工艺中管道连接对墙体的破坏。排布过程综合考虑了：管道间距、检修空间、支架形式、观感度、均匀荷载分布等。经过设计分析得出：空调管道采用法兰连接外，其余管道采用卡箍连接，所有连接位置统一，确保观感质量美观。

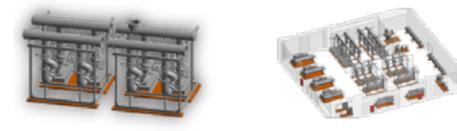


图14 机房模块设计



图15 构件身份标识



图16 天车吊装

BIDA4.0体系价值分析：与传统施工方法比较：模型精度高，预制加工精度高，装配工艺新、可节约30%的空间，安全隐患少，零明火施工，零动电施工，高空作业减少95%。

BIM+清水混凝土成套技术

对三个样板段分别采用，铝框木模体系，118体系、轻量化散支散拼体系，基于BIM技术分别从技术、经济、安全、质量等方面进行对比分析，最终选择轻量化散支散拼体系

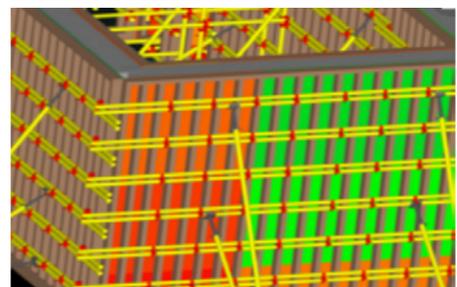
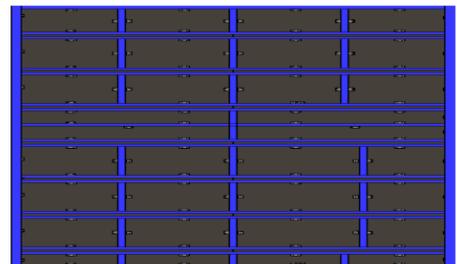
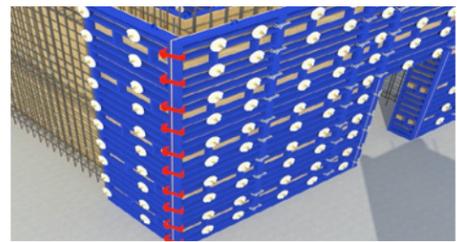


图17 不同模板体系分析模型

基于BIM技术的清水墙深化设计：

基于BIM技术进行清水混凝土墙蝉缝、螺栓眼设计与结构深化，并整合机电专业模型，导出深化设计图纸，指导现场施工，与传统方式相比，避免了螺栓孔与钢筋、机电管线等碰撞的情况发生，节约成本，提供施工质量，成型效果良好。

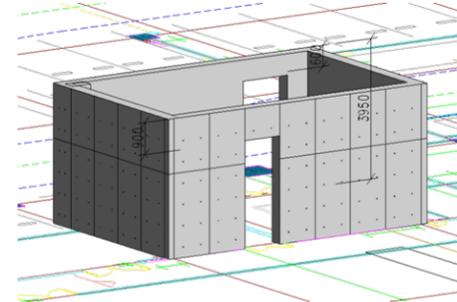


图18 蝉缝、螺栓眼设计与结构深化

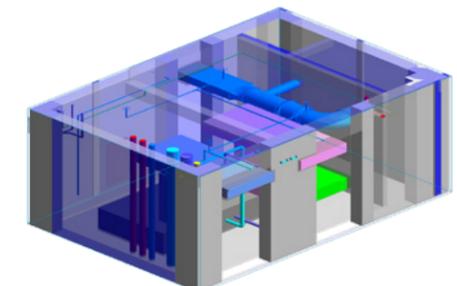


图19 机电落位深化

基于BIM技术的施工工艺研发：

本工程清水混凝土体量大，项目筛选出最具代表性构件直柱、斜柱、墙、板、消防洞口、线盒等部位，运用BIM技术设计清水样板段模型进行模拟，选择最佳工艺，并以设计护航，专利保障。促施工顺利进行。本工程V形斜柱面朝歌尔大道，高达17.95m，基于BIM技术进行V型斜柱模板支撑体系设计，配合清水混凝土的精益化管理，形成一整套异性清水混凝土模板支撑体系为后续同类项目提供完整的技术资料，完美的呈现了公司的施工和管理水平。

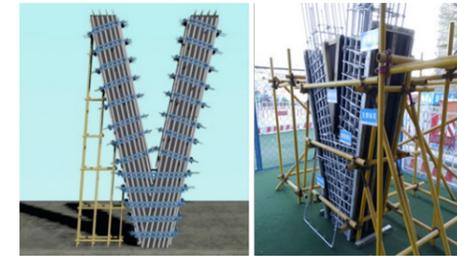


图20 V柱样板模型

BIM应用情况

- 精细化模型搭建：通过Autodesk Revit系列软件进行全专业模型搭建，充分利用Autodesk Revit三维参数化的特点精确地搭建精度为LOD400的项目模型。各专业独立建模，利用工作集对专业进行拆分与整合，最终将各专业模型进行关联，形成完整的三维参数化模型；
- 碰撞检查、4D施工模拟与5D成本管理：将Autodesk Revit模型轻量化处理导入Autodesk Navisworks系列软件中进行碰撞检查与施工模拟。利用Revit模型与自研插件进行成本管理，拓展施工管理维度，将商务管理纳入项目BIM管理体系；
- 管线优化及出图：借助Autodesk Revit三维可视化手段与业主方、设计方、施工方等各方进行工程项目讨论，就重点难点排查、管线与空间排布合理性等问题进行研究，利用Autodesk Revit结合短焦投影技术进行高效率沟通和意见交换现场调整，综合各方意见后完成BIM出图；

- 物资管理：利用Autodesk Revit模型与建筑物料追溯平台(RFID)，对材料构配件进行编码映射，分类管理，随时提取工程量，提高了工作效率；
- 其他应用：Autodesk Revit模型多接口输出保证了其利用率，为其他扩展应用提供了宝贵的三维几何信息与非几何信息。

结语

随着BIM技术在国内的迅猛发展，BIM技术的创新点、应用点也如春笋般破土而出，逐渐发展成为建筑业的新趋势。青岛歌尔科技产业园项目也紧跟脚步，采用BIM技术指导施工，并取得了一定成效。

通过本项目BIM技术的实践应用，可有效的指导深化设计阶段与施工管理阶段的工作，显著提升施工效率和管理水平。深化设计阶段，不同专业的管线在同一模型中，各专业可以形象直观的进行讨论并决策方案，有利于协同设计，与传统方式相比具有事半功倍的效果。施工管理阶段，根据工程特点、施工难点、施工重点进行基于BIM技术的指导施工，缩短工期的同时保证质量、减少成本。BIM技术在本项目的实践应用取得了业主、设计院、监理、施工工人的一致好评。

作为施工单位的BIM技术应用，我们将携手欧特克，持之以恒的深入探索BIM的实际应用价值，将BIM真正落到实处，用踏实的工作来推进施工企业BIM的应用，助推BIM的健康、持续发展！

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，上海市，青浦区

应用软件
Autodesk® Revit®
Autodesk® Civil 3D®
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® Infraworks®

上海市轨道交通17号线BIM技术深度应用于项目设计、施工、运维全过程，实现基于BIM技术的城市轨道交通全生命周期信息管理，优化设计方案和设计成果，控制施工进度，减少工期，降低成本投入，提高设计质量和施工管理水平，保障工程项目的顺利完成，同时通过在运维阶段BIM应用提高运维管理水平。以BIM为核心，整合应用GIS、物联网等技术，形成合力，突破行业发展瓶颈，实现上海轨道交通行业向信息化和工业化的转型升级。

— 孟柯
BIM所所长
上海市隧道工程轨道交通设计研究院

BIM助力打造数字化地铁站

上海轨道交通十七号线工程全生命期BIM技术应用



图1 17号线诸光路地铁站站层效果图

上海市隧道工程轨道交通设计研究院是申通地铁集团子公司，成立于1965年，2010年并入上海申通地铁集团，是中国从事软土隧道和地下工程设计研究历史最久的设计院，是国内最早承担城市轨道交通设计研究的总体单位之一。专业从事城市轨道交通、隧道等市政公用工程、公路（特大隧道和交通工程）等行业工程咨询和工程勘察设计的甲级单位。



图2 17号线东方绿洲地铁站站层效果图

一、项目概况

上海市轨道交通17号线是一条贯穿于青浦区东西向的区域级轨道交通线，西起历史文化古镇朱家角镇（东方绿舟），东至上海市规划

的重要交通枢纽一虹桥枢纽，线路全长约为35.341km，采用高架和地下结合的敷设方式，总投资额约173.6亿元，本项目已于2017年12月底开通试运营，目前项目已投入运营。线路的建设对青浦新城新的规划和建设具有重要意义。轨道交通17号线依托虹桥枢纽，接收中心城的辐射，串联青浦区的徐泾镇、青浦新城和朱家角镇，17号线的建设将大力促进青浦区新一轮的建设和发展。

二、组织架构

本项目BIM技术应用采用业主牵头协调，委托BIM总体单位主导，BIM分项单位具体实施，各参与方配合的组织模式。各司其职，共同推进本项目BIM技术的深入应用。

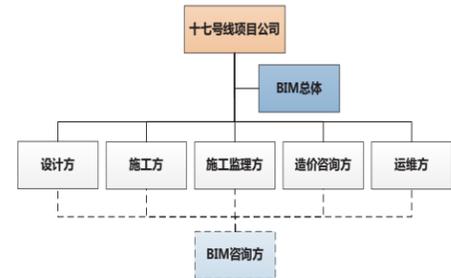


图3 应用组织模式

三、BIM技术应用标准

基于上海市轨道交通17号线工程的BIM技术应用，共形成了2本市级标准、7本企业级标准和1本项目级BIM应用实施导则。

四、BIM数据资产

17号线工程BIM技术应用创建了大量的模型数据，为提高模型创建的效率、准确性，在项目开展过程中基于Autodesk Civil 3D自主开发了地下管线自动生成插件和基于Autodesk Revit开发了地质生成插件、支吊架自动生成插件以及轨道自动生成插件。

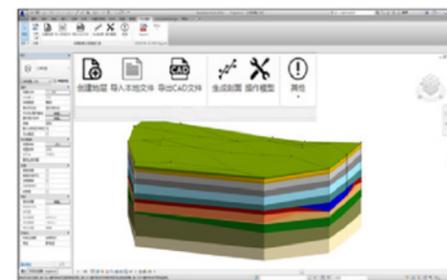


图4 地层自动生成插件

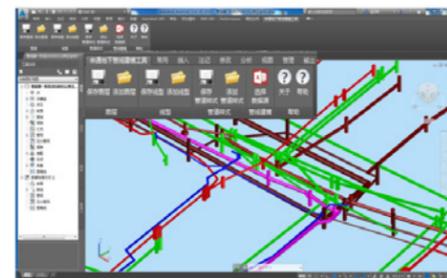


图5 市政管线自动生成插件

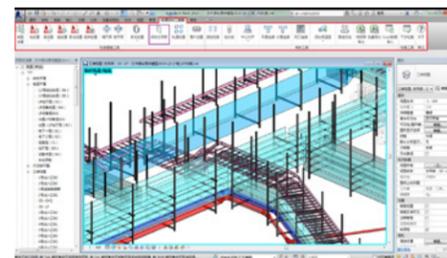


图6 支吊架自动生成插件

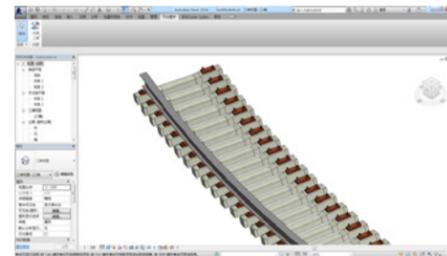


图7 轨道自动生成插件

五、BIM应用介绍

根据上海市隧道交通17号线工程的特点，BIM技术的应用覆盖项目全过程，从初步设计阶段介入，直至运维阶段。

梳理设计、施工、运维阶段BIM技术的主要应用点，如下表所示。

各阶段BIM应用点列表

阶段	BIM应用点
初步设计阶段	建筑、结构专业模型创建
	建筑结构平面、立面、剖面检查
	管线搬迁与道路翻交模拟
	场地现状仿真
施工图设计阶段	各专业模型构建
	工程量复核
	三维管线综合设计
	车站管线综合出图
	二次结构预留孔洞出图
	大型设备运输路径检查
施工准备阶段	多专业整合与优化
	装修效果仿真
	专项设计方案配合
	设备厂商族库
	施工筹划模拟
施工实施阶段	施工深化设计
	高架车站外立面PC构件安装施工模拟
	虚拟进度与实际进度对比
	PC外立面三维扫描
运维阶段	乘客疏散路径、司机行走路径
	竣工模型建立
	运维管理平台开发
	设施设备运行管理
	资产管理
	空间管理

六、BIM技术全过程应用

(1) 初步设计阶段

场地现场仿真

通过场地周边环境数据、地形图、航拍图像等资料，用Autodesk Revit对车站、停车场、区间穿越重要节点的周边场地及环境进行仿真建模，创建包括但不限于周边环境模型、车站主体轮廓和附属设施模型，最终用Autodesk Infraworks整合周边环境模型、车站主体和附

属设施模型。可视化表现车站主体、出入口、地面建筑部分与红线、绿线、河道蓝线、高压黄线及周边建筑物的等各类场地要素之间的距离关系，辅助车站主体设计方案的决策。



图8 汇金路站场地模型



图9 朱家角站场地模型



图10 淀山湖大道站出地面风井

此外，17号线东方绿舟站还尝试了利用三维激光扫描还原车站周边环境，将Autodesk Revit做出的BIM模型与点云数据进行整合，确定出入口与主要道路、绿化的距离，以三维可视化的形式展现各个方案的优缺点，协助设计及项目公司进行方案比选、整体优化及最终方案确定。

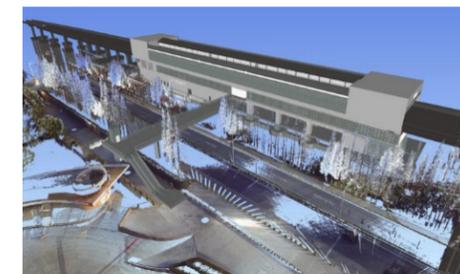


图11 东方绿舟站过街天桥出入口方案

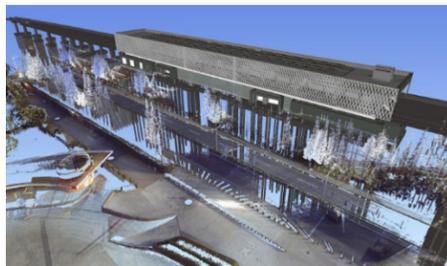


图12 东方绿舟站最终方案

管线搬迁

根据管线物探资料，对车站实施范围内的现状市政管线用Autodesk Revit进行仿真建模，尽量精准的表达管线截面尺寸、埋深，窨井的位置及尺寸。根据地下管线搬迁方案，建立各阶段管线搬迁方案模型，辅助设计方案的稳定及管线搬迁的优化。车站主体结构建成后复位的管线作为重要地下管线基础资料。

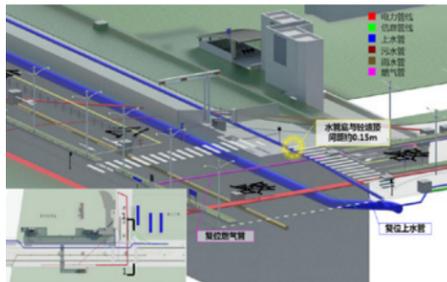


图13 地下管线搬迁模型

(2) 施工图设计阶段

三维管线综合设计

17号线探索了BIM融入设计流程的方式。不同于传统的碰撞检查及出碰撞报告，17号线BIM工程师直接用Autodesk Revit软件进行管线综合及碰撞调整，各专业设计负责成果审核，最终BIM工程师参与图纸会签，确保通过三维管线综合优化的成果通过施工图纸传递到施工阶段。这也是BIM工程师直接进行三维管线综合设计的初次探索，发现并解决管线与结构之间、各专业管线之间的设计碰撞问题，优化管线设计方案，减少施工阶段因设计“错漏碰缺”而造成的损失和返工工作。

通过Autodesk Revit模型进行三维设计交底，预先检测设计阶段出现的问题，减低了有可能在施工过程中产生的不必要的成本损耗和工期影响。此外，Autodesk Revit模型为管线优化、施工模拟等BIM应用提供几何形体及数据支持。

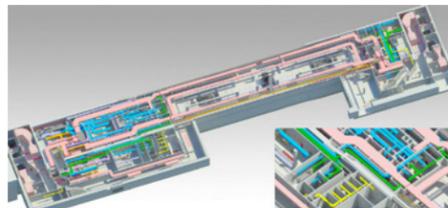


图14 三维管线综合模型

三维出图

完成管综设计后，为了提高优化成果在BIM与机电各专业之间的传递效率，研究并打通了三维模型到二维出图技术路线，并开发了Autodesk Revit导出cad插件，实现导出的cad图纸满足各专业设计对图纸图层的要求，机电各专业可在BIM模型导出的图纸基础上深化出图。



图15 BIM管线综合平面图及剖面图

另外为确保施工现场预留孔洞的准确性，从BIM模型导出每面墙体的管线孔洞剖面图，提供二次结构图纸深度。

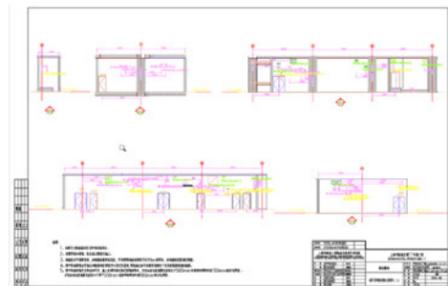


图16 二次结构剖面图

大型设备运输路径检查

基于BIM模型，结合设计方案的二维运输路径平面图，在Autodesk Navisworks动态可视化模拟大型设备的安装、检修路径，发现运输路径中存在的碰撞冲突问题，提前优化运输路径设计方案，从而为后续设备的运输、安装工作提供保障。



图17 大型设备运输路径复核

多专业整合与优化

基于车站BIM模型，利用Autodesk Revit三维可视化特点，将FAS、ACS、EMCS、气灭（或高压细水雾）、信号、屏蔽门、通信、动照、给排水等9个专业的各墙面箱柜（设备）进行整合。结合BIM技术对各专业墙面箱柜（设备）布置进行优化，明确安装方式及安装位置，使其满足车站功能要求、装修原则，达到墙面箱柜（设备）布置美观、整齐。



图18 17号线车站内墙面箱柜（设备）安装方案文本



图19 车站端头处箱柜（设备）安装

装修效果仿真

利用BIM技术实现装修设计的模拟仿真，根据二维装修设计施工图创建BIM模型并做场景模拟，对BIM模型对象赋予材质信息，颜色信息以及光源信息，模拟场景效果，生成效果图，辅助方案沟通并优化装饰方案，提高装修设计效率。

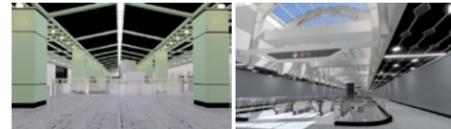


图20 17号线车站装修效果仿真

专项设计方案配合

根据17号线工程建设的实际需求，借助BIM模型及相应软件，对工程建设涉及到的重要设计专项方案进行仿真模拟，可视化分析方案的可行性，辅助设计专项方案的推进、落实及优化。



图21 车控室方案布置

车站公共艺术方案配合：17号线将青浦区特色文化融入至车站的装修风格中，通过三维可视化效果，对比各设计方案，确定最终公共艺术方案。



图22 车站公共艺术方案配合

车站内向安装方案优化：为确保17号线车站美观性及安全性，由于高架车站层高过高，从天花顶打吊杆会使悬挂牌不稳定，易摇晃，因此采用综合支架固定安装。为考虑美观性，尽量借用原有管线综合支架为原则。通过原有全专业BIM模型中的综合支吊架，添加连杆或是新增综合支吊架方式，辅助导向安装。

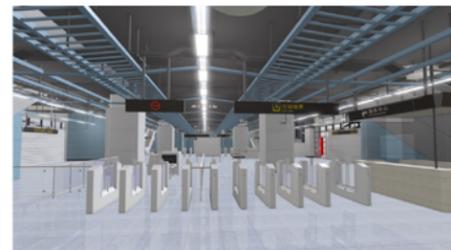


图23 高架车站导向安装截图

车站站名方案优化：17号线全线6座高架车站，以三维可视化效果，较为直观地展现站名的位置、颜色、字体、大小，从而优化设计方案。



图24 高架车站站名方案配合

站内管线及设备基础颜色方案优化：为后期运营效率、安全考虑，对站内不同管线、设备基础进行颜色的粉刷。通过BIM技术真实还原建成后的效果，辅助业主进行方案确定。



图25 站内管线及设备颜色方案

工程量计算

17号线各车站进行了施工招标阶段的工程量

复核工作。根据各专业分部分项开项表，用Autodesk Revit提供满足招标要求的土建、机电、装修工程量模型，辅助招标工程量统计，并与投资监理算出的工程量进行对比，复核差异较大的项，提高工程算量的准确性。



图26 机电工程量对比图

(3) 施工准备阶段

施工筹划模拟

在施工准备阶段，根据动态工程筹划的需求对施工深化BIM模型进行关联完善，内容主要包括：用Autodesk Navisworks将施工BIM模型与工程任务结构多级分解（WBS）信息、计划进度安排信息建立关联。在此基础上，开展施工三维动态工程筹划，对施工进度进行可视化模拟与对比分析，对具有一定难度或风险的施工工艺进行模拟。

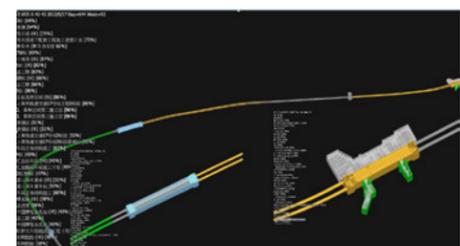


图27 基于BIM的施工三维动态工程筹划模拟

施工深化设计

在地铁车站管线综合BIM模型基础上，根据管道位置、尺寸和类型对综合支吊架的放置进行深化设计与优化，可有效排除综合支吊架与各专业的碰撞问题，优化支吊架设计方案，减少施工阶段因设计“错漏碰缺”问题而造成的损失和返工。

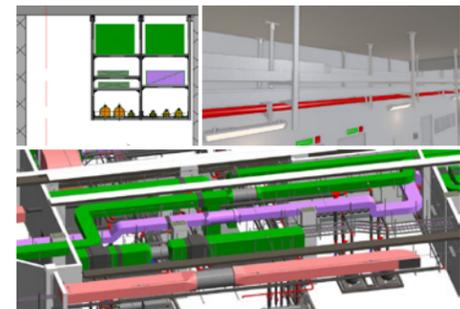


图28 综合支吊架安装施工深化设计

此外，在施工深化设计过程中，针对一些具有重要功能的机房，如车控室、环控机房、消防泵房等，依据二维施工图纸，创建机房的各专业BIM模型，并基于该机房BIM模型，对机房的管线、设备布置进行深化设计，进行设备定位、复核预埋件位置等方案，最终实现机房布置合理美观，确保设备安装的操作空间及后期设备的检修、更换操作空间，同时机房深化模型可以用于指导后期施工工作和机房布置方案汇报。



图29 车控室工艺布置模型

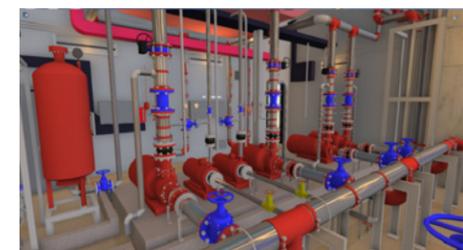


图30 消防泵房施工深化模型

高架车站外立面PC构件安装施工模拟

在上海轨道交通17号线高架车站装修设计图纸要求，对外立面设计PC构件，从外立面表现效果上相对较为美观。为了辅助设计提供外立面精装效果展示，创建外立面PC构件精细化模型，建立多视点三维效果图，可为最终外立面方案比选、优化等决策提供帮助。同时，为了能够实现PC构件精准、精确安装施工的要求，通过精细化的模型指导PC构件的生产及安装，同时为安装工序及施工影响范围提供有利的参考依据。



图31 高架车站PC构件吊装模拟

(4) 施工实施阶段

施工BIM培训、现场交底

根据上海轨道交通17号线工程BIM应用实施进展情况，对本项目实施过程中施工单位的BIM实施工作提供技术支持，为参与项目建设的施工方技术人员开展BIM相关培训，并通过BIM模型进行施工现场技术交底，旨在让施工单位深刻认识到BIM技术在施工阶段的应用价值，辅助施工技术人员将BIM技术更好的应用于项目的施工进度、安全与质量管理，提升施工管理水平，合理控制施工工期、安全与质量。



图32 施工阶段BIM技术培训与现场交底

虚拟进度与实际进度对比

在施工阶段，将施工进度计划整合进施工图BIM模型，形成4D施工模型，模拟项目整体施工进度安排，对工程实际施工进度情况与虚拟进度情况进行对比分析，检查与分析施工工序衔接及进度计划合理性，并借助施工管理平台进行项目施工进度管理，切实提高施工管理质量与水平。

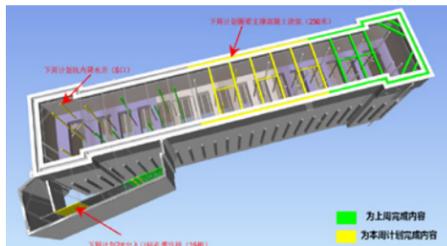


图33 虚拟进度与实际进度对比分析

PC外立面三维扫描

上海轨道交通17号线东方绿舟站、朱家角站、徐径北城站外立面采用外挂PC板进行装饰，而安装PC挂板的结构预埋件施工误差较大，PC板形状复杂，构件重量重，施工安装难度大，施工安装完成后对外挂PC板施工质量复核存在困难，亟要引进新技术解决当前存在的问题。为此，通过3D扫描技术获取东方绿舟站、朱家角站、徐径北城站外挂PC板的点云数据，生成相应的点云模型，与设计阶段BIM模型进行比对，辅助施工单位进行车站外挂PC板施工安装。在施工完成后，复核车站外挂PC板的施工安装质量，固化安装验收完成时的原始状态，为后期车站外挂PC板可能存在的扭曲变形、沉

降监测等提供初始值，便于车站外挂PC板的维修保养。



图34 高架车站外立面点云数据获取

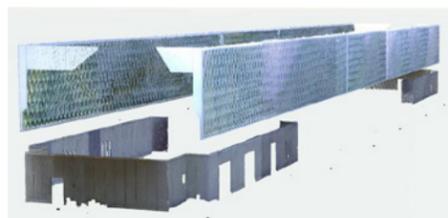


图35 高架车站外立面点云模型生成

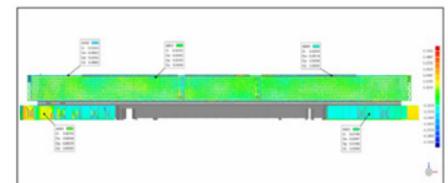


图36 高架车站外立面点云模型与设计BIM模型点位误差对比分析

乘客疏散路径、司机行走路径模拟

由于17号线采用接触轨方式供电，导致无法在轨行区进行任意走动。为确保乘客安全疏散，以及在日交接班时司机安全行走，成为了竣工交付前需要解决的重要环节。由于BIM模型整合了全专业信息，因此业主、设计人员、运营单位人员通过BIM模型，制定出每段区间、及车站与区间相连接区域的疏散路径，直接使用BIM模型进行现场施工指导。

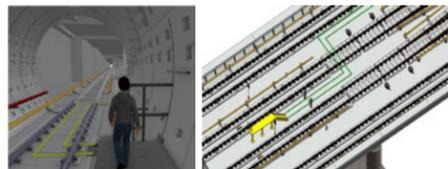


图37 隧道内部乘客疏散路径、司机行走路径模拟三维演示

设备厂商族库

待各机电设备完成招标后，17号线率先开始用Autodesk Revit进行设备厂商族模型的深化工作。与设备供应商相互配合，实现设备厂商族

模型按照运营养护的最小单元拆分，并添加运维所需的主要技术参数及产品实际材质参数。另外，除厂商族模型外，还整理了一套完整的设备数据信息，如技术规格书、设备说明书、验收文件等资料。将这些数据存放于运维管理平台，实现模型与数据的关联，为运维阶段的基于BIM的运维管理平台奠定数据基础。

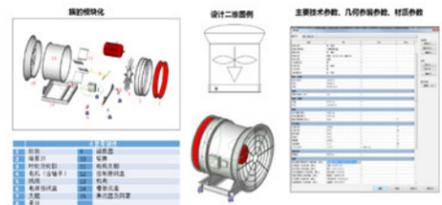


图38 厂商族模型拆分、主要技术参数等



图39 设备厂商族

竣工模型建立

在项目竣工交付阶段，在施工模型的基础上，对工程竣工模型的竣工信息进行补充完善，生成各专业竣工模型。同时搜集整理各类非结构化的施工过程文件，形成以竣工BIM模型为中心的工程竣工数据库，并与竣工BIM模型实现关联，归档完成后交付至业主单位。



图40 车站装修竣工BIM模型

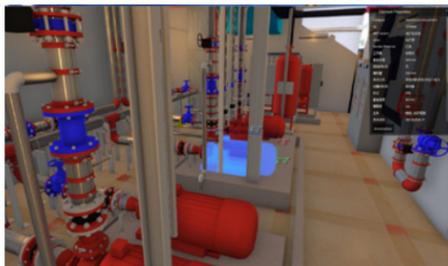


图41 车站机电竣工BIM模型



图42 车站变电所竣工模型

七、BIM管理平台

隧道院自主研发了三个平台：项目协同管理平台、预制构件信息管理系统管理平台、车站智能运维管理平台。

项目协同管理平台

项目协同管理平台实现协同作业管理、设计模型及文档管理、权限管理等主要功能，集中管理项目数据源以确保数据源唯一性，支撑并规范建设期的提资、设计、校审、发布等业务流程，加强各参与方的协同作业，提高轨道交通建设项目管理质量和效率。

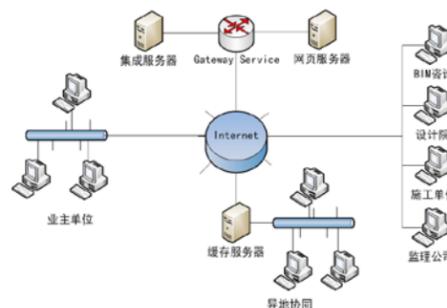


图43 项目协同

预制构件信息管理平台

通过开发一套具备轨道交通预制构件通用性的预制构件生产、施工以及运营维护的信息管理与分析平台，预制构件信息管理平台能使轨道

交通预制构件的数据互通共享和集中管理，并运用于各预制构件生产、施工以及运营维护企业。实践表明，平台运行良好，实现了对轨道交通预制构件生产、施工、运维数据的实时采集与上传，从而增加了轨道交通预制构件进度及质量的科学化管理与分析，其管理过程更加自动化。



图44 预制构件生产阶段信息管理平台



图45 现场二维码应用情况

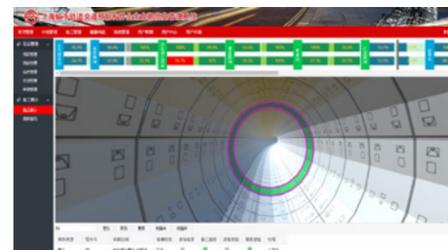


图46 预制管片BIM模型界面

车站智能运维可视化管理平台

车站智能运维可视化管理平台是提供给车站运营、维保、资产管理等单位使用的管理信息系统。本平台基于BIM技术，依托城市轨道交通

信息化基础设施，根据运营维保的技术标准和管理需求，结合物联网、移动应用、大数据、云计算、虚拟现实等信息化技术，提供了一套面向城市轨道交通运营和维保信息化可视化的管理解决方案。

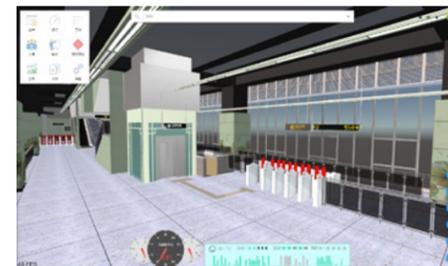


图47 车站模型漫游图

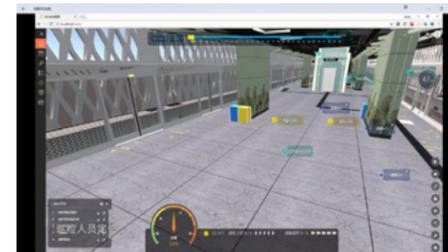


图48 站内运营管理人员定位示意图

八、结语

BIM技术在本项目设计、施工、运维全生命周期中的应用，可以创建三维可视化的BIM模型，并通过协同管理平台有效实现跨组织的文件和流程管理，促进项目设计管理水平。在施工阶段，充分发挥BIM模型的三维可视化、可模拟特点，切实提高项目施工管理水平。基于BIM竣工模型，开发运维管理BIM平台，实现基于BIM的数字化和智能化地铁运维管理，有效提高运维管理水平。



欧特克大视界



欧特克 BIM 俱乐部

 购买咨询: **400 056 5020**

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
510623
广州市天河区珠江西路15号
珠江城大厦1408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



www.autodesk.com.cn/solutions/bim

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。© 2019 Autodesk, Inc. 保留所有权利。