

# 上海市建筑信息模型技术应用与发展报告

Shanghai BIM Technology Application & Development Report



上海市住房和城乡建设管理委员会

Shanghai Municipal Commission of Housing

Urban-Rural Development and Management

上海市建筑信息模型技术应用推广联席会议办公室

Shanghai BIM Technology Application Joint Conference Office

# 目录

附录 BIM 技术应用试点项目案例 .....	1
一、上海世博会博物馆项目 .....	2
二、上海交通大学医学院附属瑞金医院肿瘤（质子）中心项目 .....	18
三、闵行浦江拓展大型居住社区供水外配套沈杜泵站工程 .....	34
四、中环路内圈国定东路下匝道试点项目 .....	54
五、上海国际旅游度假区核心区管理中心工程 .....	67
六、宝钢总部基地项目 .....	79
七、中建广场项目 .....	93

上海建筑信息模型技术应用推广中心

## 附录 BIM 技术应用试点项目案例

上海市从 2015 年 9 月起开展 BIM 技术应用试点项目工作，共计五个批次 62 个项目纳入上海市 BIM 技术应用试点。2016 年 7 月，本市 BIM 技术应用试点工作转入试点指导和总结示范阶段，开始总结试点项目应用过程中的应用模式、应用内容、应用价值和应用经验，形成上海市级层面的可复制可推广的应用成果，达到项目示范引领、以点带面的作用，进一步促进本市 BIM 技术应用水平提高。

从投资类型、项目类型、应用阶段等方面综合考虑，选取了以下七个试点项目作为典型案例，各试点项目信息详见附表 1。试点项目案例主要从项目概况、BIM 技术应用模式、应用内容、应用效益和经验总结五个方面介绍 BIM 技术应用的亮点和成果。

附表 1 七个试点项目案例基本情况

序号	试点项目名称	项目类型	申请单位	投资类型	应用阶段
1	上海世博会博物馆项目	文化类	上海世博会博物馆	政府投资	设计施工运营
2	上海交通大学医学院附属瑞金医院肿瘤（质子）中心项目	医疗卫生	华东建筑设计研究院有限公司	政府投资	设计施工运营
3	闵行浦江拓展大型居住社区供水外配套沈杜泵站工程	水利设施	上海市城市建设设计研究总院（集团）有限公司	政府投资	设计施工运营
4	中环路内圈国定东路下匝道新建工程	交通基础设施	上海城投公路投资（集团）有限公司	政府投资	设计施工
5	上海国际旅游度假区核心区管理中心	商业办公	上海申迪项目管理有限公司	社会投资	设计施工运营
6	宝钢总部基地项目	商业办公	宝钢集团（上海）置业有限公司	社会投资	设计施工
7	中建广场项目	办公	上海中建东孚投资发展有限公司	社会投资	设计施工运营

# 一、上海世博会博物馆项目

## (一) 项目概况

### 1. 项目基本概况

上海世博会博物馆项目是上海市首个市财力投资的 BIM 试点项目，同时也是和国际展览局合作的国际性博物馆。本馆规划选址于上海世博会地区文化博览区 15 街坊 15-02 地块，具体范围为北至龙华东路，南至局门路，西至 15-01 地块，东至蒙自路。规划用地面积约 4 公顷，容积率不超过 1.0，建筑高度不超过 40 米，世博会博物馆总建筑面积约为 46550m<sup>2</sup>。该项目是上海市实施 BIM 技术管理试点样板示范工程。

在世博会博物馆工程项目中开展 BIM 应用和科研创新课题，目的是在于：通过世博馆项目，创建打造面向建筑全生命周期的 BIM 三维可视化协同工作平台，实现项目建设全程可视化、精细化管理；通过 BIM 实施，实现项目的“缩短工期、降低成本、确保质量”的工程目标；通过 BIM 实施，实现世博会博物馆工程项目的应用示范、科研创新和工程实施相互促进；实现 BIM 在项目中出标准、出成果的科研目标。

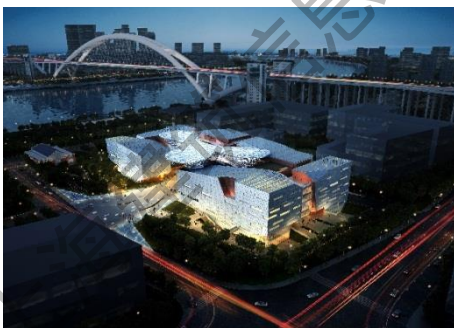


图 1 项目效果图



图 2 博物馆模型



## 2. 工程特难点分析

首先体现在项目管理难度大。本项目坐落于中心城区，施工时间和场地都受限制，且各参与单位达到 30 多家，业主、施工、设计均不在同一场所办公，项目管理和协调成本较高。

其次体现在技术难度大。本项目中的欢庆之云建筑造型独特，为空间三维扭曲网壳结构，杆件和节点数量多、形式多样，造成设计深化难度大；同时杆件为箱型，截面切割变化无统一规格，造成加工难度大；结构整体跨度大、单件吨位轻、杆件、节点、焊缝较多，造成施工难度大。

综上所述，结合本项目的实际需求，采用基于 BIM 技术的协同平台来解决项目管理中的难题，提高效率。同时利用专业 BIM 工具软件进行建模和性能化分析，提高设计和施工效率，以解决攻克技术难题。

## (二) BIM 技术应用模式

### 1. 应用目标

本项目由业主主导，涵盖设计、施工、运维全生命周期，同时开发一套基于 BIM 技术的三维协同管理平台。

设计阶段主要进行各阶段的建模，通过三维模型进行光照、风环境、热环境、火灾烟气模拟等性能化分析，以提高设计效率；通过多专业综合管线碰撞优化设计阶段的管线排布；通过三维模拟来提高业主决策效率。

施工阶段在设计模型的基础上进行钢结构、幕墙、机电等主要专业的深化工作，通过模型深化调整模型的可实施性；通过场地布置模拟快速制定施工组织方案和措施；通过施工过程 BIM 量价的动态数据为造价控制提供决策依据。

运维阶段根据业主的管理需求，开发一套基于 BIM 技术的运维管理平台。根据博物馆的特色，在空间管理、展陈管理、设备管理等方面进行运维管理。

协同管理方面，针对项目管理要求开发一套基于 BIM 技术的三维协同管理平台，能够支持 PC 端及移动端，提高项目管理效率。

## 2. 组织架构

本项目是由业主主导，由 BIM 总包对各 BIM 应用团队进行管理的模式。同时聘请社会行业内的专家作为专家组对项目里程碑阶段给予指导和质量把控。各 BIM 应用团队皆来自项目本身的设计、施工单位，有效地把传统项目管理和 BIM 技术结合在一起，真正做到 BIM 技术为项目服务。各项目团队通过三维协同平台进行协同工作，有效保证了数据的及时性和唯一性。

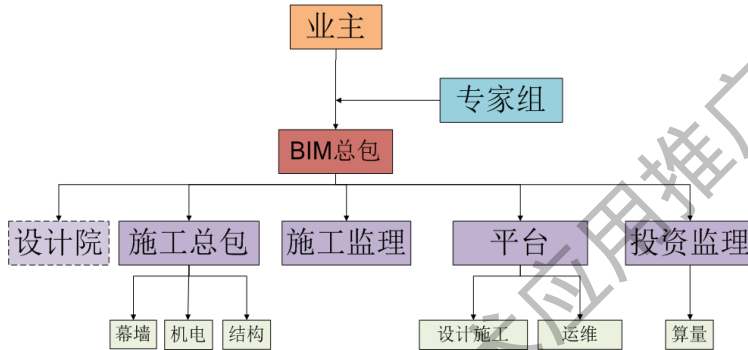


图 3 组织架构图

## 3. 参与单位与分工职责

本项目的实施成果是团队协作的结晶，主要参与单位如下：

建设单位：上海世博会博物馆

项目管理单位/BIM 总包单位：上海世博建设开发有限公司

BIM 咨询单位：上海建科工程咨询有限公司

设计单位：华东建筑设计研究院有限公司

施工总包：上海建工四建集团有限公司，还有其他施工分包单位、平台建设单位等，各参建单位分工职责如下：

### (1) 建设单位职责

- 1) 制定方针策略，指导BIM项目实施；
- 2) 审定项目目标、范围及评价考核标准；
- 3) 批准项目计划、监控项目进程；
- 4) 协助项目BIM实施的资源调配；
- 5) 对项目中各种意外、困难情况做出决策，避免BIM项目方向发生大的偏差，

帮助BIM项目得以顺利、高效地运行。

(2) 专家组职责

- 1) 负责对BIM项目实施提供建议、技术指导；
- 2) 对各个阶段阶段性成果、以及最终BIM成果质量进行最终的审核；
- 3) 负责本项目BIM实施的目标导向。

(3) 项目管理公司/BIM 总包职责

- 1) 根据顾问单位提供的咨询意见并结合建设单位的需求确定最终的项目实施方案；
- 2) 按照实施计划组织协调设计、施工、平台、算量、等各方面的实施过程；
- 3) 确定协同管理平台的建设需求；
- 4) 组织各阶段的模型、应用报告等成果的审核；
- 5) 组织工作例会，做好与实际工程开展的结合工作；
- 6) 负责所有BIM验收交付工作。

(4) BIM 顾问单位职责

- 1) 负责协助BIM总包进行项目BIM工作的整体规划、监督、指导和实施管理；
- 2) 负责协助BIM总包进行BIM组织体系建设；
- 3) 负责编制BIM实施大纲、方案和相关BIM规则和流程；
- 4) 负责对设计单位和施工总包的BIM成果进行审核；
- 5) 负责协调和督促BIM实施各方进行BIM应用；
- 6) 负责协助BIM总包进行BIM项目管理工作。

(5) 设计单位职责

- 1) 负责本项目方案设计、初步设计、施工图设计模型的建立和应用；
- 2) 按照BIM的应用目标和要求进行三维建模，提交符合设计阶段模型深度要求的并且与二维设计图纸一致的BIM模型；
- 3) 完成设计阶段的相关应用（各专业碰撞、深化设计复核与确认等）；
- 4) 按照要求提交给BIM总包单位所有工作成果。

(6) 施工总包单位职责

- 1) 负责本项目施工阶段BIM应用和管理；
- 2) 按照BIM总包提出的相关实施要求和标准开展BIM相关工作；

## 一、世博会博物馆项目

---

3) 施工过程中组织相关各施工分包方对设计单位提交的本项目设计BIM模型进行质量审核；

4) 负责保质保量地完成合同规定的施工阶段所有BIM应用，持续更新施工模型直至达到竣工模型交付要求；

5) 负责对本项目设计单位提交的设计模型进行充分协调，组织相关专业分包方更新维护；

6) 按照要求提交给BIM总包方所有工作成果。

(7) 投资/算量单位职责

1) 按算量建模规范审核模型；

2) 按算量规范调整各阶段模型；

3) 根据各阶段模型进行算量并形成结果；

4) 将算量结果与传统投资控制计算的成果比较并出具分析报告。

(8) BIM 协同平台职责

1) 负责本项目协同平台的建设开发和部署；

2) 按BIM总包确定的需求进行BIM文控体系、工作流程、模型应用展示、移动端等应用的开发；

3) 根据业主及BIM总包确定的需求进行空间管理、模型展示、搬运管理、设施设备管理等应用的开发；

4) 负责平台使用培训。

各参与方在项目开展前，明确各方职责和相关工作内容。作为 BIM 工作的执行人和管理者，能对整体 BIM 工作运行情况掌握。同时结合整体项目进度计划，对各阶段的 BIM 工作内容提前安排计划和流程梳理。结合各方 BIM 工作内容，其主要职责分配如下：

表 1 各参建单位在项目各阶段的分工职责

序号	BIM 实施阶段	项目管理 (含平台管理)	BIM 咨询	设计	施工 总包	专业 分包	运营
1	BIM 实施方案各阶段策划与执行计划	批准方案	策划 BIM 实施方案	执行	执行	执行	执行
2	各实施阶段						
(i)	初步设计阶段	提出 BIM 应用要求	编制 BIM 应用计划，建立应用标准	执行设计 BIM 应用工作	---	---	---
	初步设计出图，建筑、结构、机电专业的设计建模	按建筑要求审查 BIM 成果	审查 BIM 模型	建立 LOD 200 设计模型	---	---	---
	现状建模	审定现状模型	协调其他单位配合设计单位	勘察单位配合，设计单位建模	---	---	---
	3D 协调	组织 3D 协调的阶段审查	3D 协调过程、成果检查	各专业内外的 3D 协调	---	---	---
	设计评审	根据建筑使用要求对功能布局、净高、碰撞等进行评审	参与评审	内部绿建、结构、日照等评审	---	---	---
(ii)	施工图设计阶段						
	施工图设计出图及建筑、结构、机电专业建模	审定模型	审查模型，提出建议	建立 LOD 300 设计模型	---	---	提出运维管理需求

## 一、世博会博物馆项目

序号	BIM 实施阶段	项目管理 (含平台管理)	BIM 咨询	设计	施工 总包	专业 分包	运营
	成本评估	决定成本控制水平	校核模型, 审查模型的工程量	利用模型, 提出主要成本估算	---	---	---
	3D 协调	审查协调结果	根据设计阶段, 参与协调	各专业内外的 3D 协调	---	---	---
	4D 模拟	提出模拟要求, 确定工程主要工作节点, 确认模拟的主要成果	提出模拟主要技术标准, 参与模拟过程, 提出建议	进行主要施工方案的模拟	---	---	---
	设计评审	根据评审结果, 确认评审后的修改方案, 最终确认阶段评审成果	进行技术确认	提出绿建、结构、日照等评审后最终成果	---	---	---
	招标阶段	确认模型的界面划分成果	提出工程界面技术要求	在模型中落实技术要求	---	---	----
(iii)	<b>施工阶段</b>						
	设计阶段的模型 交底与会审	组织会审, 交底	参与会审, 汇总建议,	提交模型, 进行技术交底	参与会审, 提出建议	---	----
	前述结构、机电、幕墙各专业的现状建模	确认模型	提出现状建模要求, 并审查	-----	现状建模	---	----

序号	BIM 实施阶段	项目管理 (含平台管理)	BIM 咨询	设计	施工 总包	专业 分包	运营
	基坑围护与地下室 结构施工3D协调	确认成果	提出 3D 协调要求, 并审查	参与	3D 建模 与协调	---	---
	施工各阶段的方案 模拟 (4D模拟), 内容见前述	确认成果	提出 4D 模拟的要 求, 并审查	参与	4D 模拟 的建模 与应用	参 与, 对负 责专 业分 包建 模	---
	变更控制 (成本评 估)	确认	审查模型	参与	建模提 出修改	可能 参与	---
	幕墙、钢结构深化 设计建模、评审	确认	组织协调	参与	审查、 配合	建 模, 提供 评审 报告	提出管理 需求
	记录模型	确认	组织协调	-----	记录	记录	提出管理 需求
	竣工模型验收	确认接收	审查	修改, 提交	汇总模 型、审 查	提交 模型	

一、世博会博物馆项目

序号	BIM 实施阶段	项目管理 (含平台管理)	BIM 咨询	设计	施工 总包	专业 分包	运营
(iv)	运维阶段 BIM 工作						
	需求调研	组织	提出调研提纲	配合	配合	配合	提出运维需求
	运维模型（记录模型）	确认	建立模型	配合	配合	配合	提出建议、审查
	平台开发（空间管理）	确认	开发	配合	配合	配合	提出建议、审查
	平台使用	确认	培训	---	----	---	使用



#### 4. 工作流程

在确定 BIM 技术应用基本技术路线后，为便于各方展开工作，根据设计、施工、运维各阶段 BIM 的应用工作，制定相应的具体工作流程，指导各应用工作。

设计阶段的 BIM 技术应用，确定完成如下内容：（1）场地建模；（2）场地漫游；（3）规划、初设、施工图各设计阶段的模型建模；（4）碰撞检测；（5）管线综合。通过碰撞检测及管线综合，减少错、碰、漏等设计差错，通过管线综合优化设计成果。

施工阶段的 BIM 应用，施工总包根据施工要求，结合设计阶段的模型，继续开展施工阶段应用，完成相应需要完善的施工模型，通过施工过程应用，添加相应信息，最终提交竣工模型。主要完成应用为：（1）施工建模；（2）4D 施工模拟；（3）5D 成本控制。

运营阶段的 BIM 应用，运营阶段承接施工总包提交的项目竣工模型，根据模型对所有空间及设备用房进行数据统计并实现可视化管理。为满足对运营管理的需求，在 BIM 竣工模型的基础上结合楼宇智能化系统，进行数据的联动。主要完成：（1）运维建模；（2）空间管理；（3）布展信息管理；（4）展品搬运管理；（5）工程设备管理。

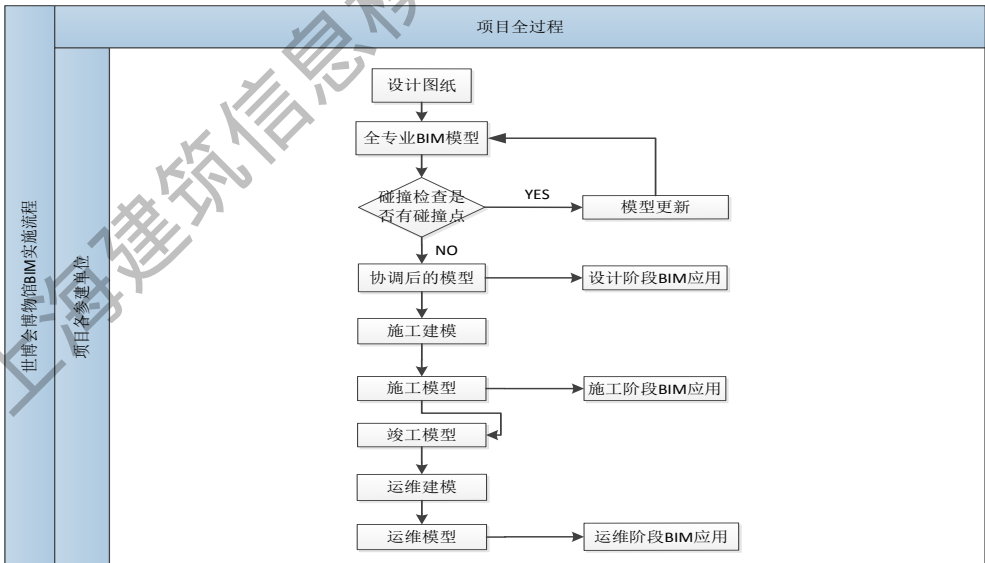


图 4 BIM 全过程应用总流程

# 一、世博会博物馆项目

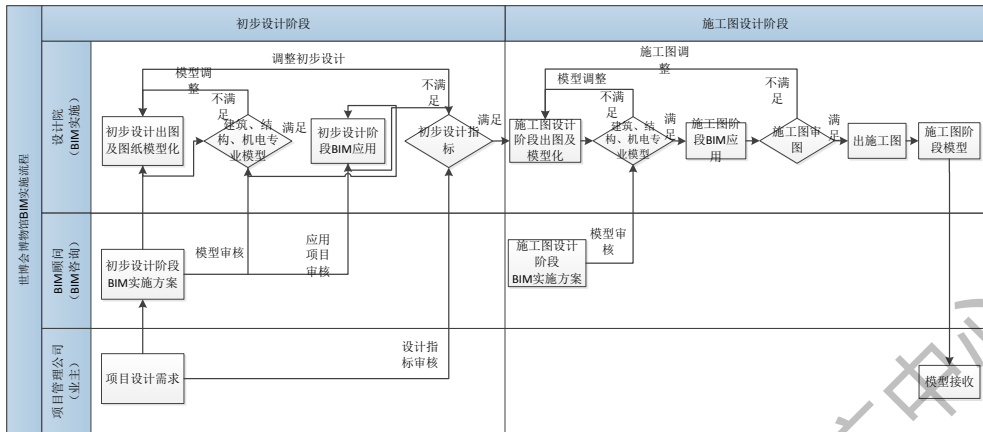


图5 设计阶段实施流程

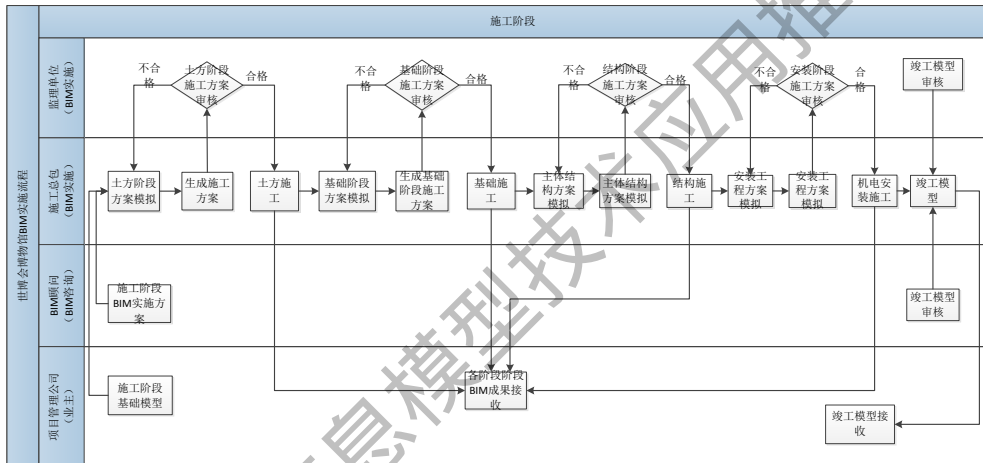


图6 施工阶段实施流程

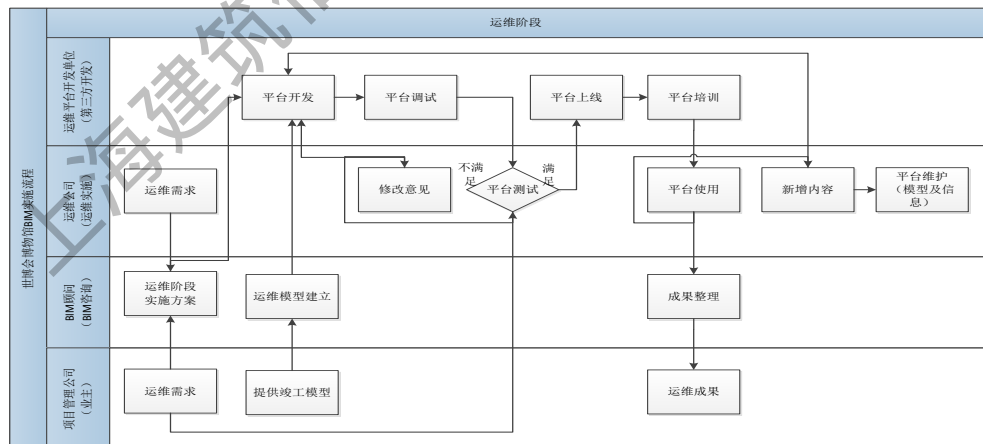


图7 运维阶段实施流程

### (三) BIM 技术应用内容

#### 1. 设计阶段应用

设计阶段通过 Grasshopper 插件进行参数化设计，优化欢庆之云的幕墙板块，使得幕墙面积减少 5%。同时将幕墙板块分割进行调整后，减少了损耗，如图 8 所示。

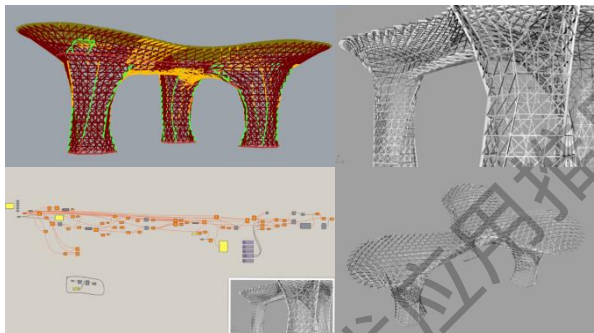


图 8 Grasshopper 参数化设计

完成各专业模型后，利用各类性能化分析软件进行分析，提高设计效率，性能化分析应用见表 2。

表 2 性能化分析效用

序号	分析类型	软件	成果
1	采光模拟	Autodesk Ecotect	办公、图书馆类建筑 75% 以上的主要功能空间室内采光系数满足现行国家标准《建筑采光设计标准》GB/T 50033 的要求
2	风环境影响模拟	Vasari	在不同季节时期，室外人行区风速均小于 5m/s，满足《绿色建筑评价标准》(GB/T50378-2006) 中的一般项：5.1.7 建筑物周围人行区风速低于 5m/s，不影响室外活动的舒适性和建筑通风的要求
3	气候分析	Autodesk Ecotect	建筑的最佳朝向、风速和温度分布等
4	热环境模拟	Fluent	室内人员活动区的温度基本维持在 22℃ - 26℃ 之间，除去送风口附近区域，其它区域的风速皆小于 0.25m/s
5	舒适度	Fluent	报告厅在夏季工况下，室内人员活动区的温

## 一、世博会博物馆项目

序号	分析类型	软件	成果
	模拟		度基本维持在 22℃ -26℃之间，室内人员活动区的风速皆小于 0.12m/s
6	火灾烟气模拟	Pathfinder	达到危险临界值分别为：温度 575S，能见度 650S，CO 浓度>900S，人员疏散对应的危险来临时间 ASET 为 575S
7	人员疏散模拟	Pathfinder	人员疏散时间=60+120+110.5x1.5 =346s < 575S，满足安全

### 2. 施工阶段应用

对设计模型进行深化，增加支架、保温层、法兰等附件，对直径 250mm 以上管道进行碰撞检测，确保模型可施工性。同时对异形云厅结构进行深化，三维深化建模完成后导出图纸，并下料进行加工，利用 BIM 技术指导复杂曲面的施工。

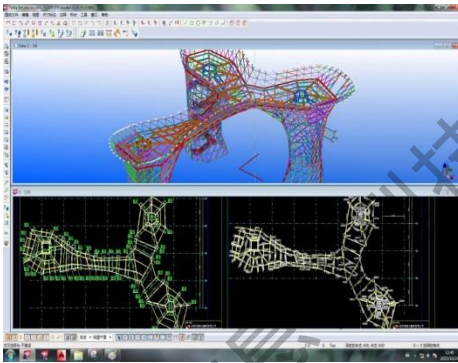


图 9 利用 Tekla 软件进行深化设计



图 10 铸钢件预制加工

同时施工过程中通过模型导出土建、机电、钢结构、幕墙的量，进行归纳统计，为投资控制提供依据。将 BIM 工程量与传统造价估算相比较，本项目整体误差在 1% 以内。

### 3. 运维阶段应用

根据业主实际运营要求，定制化开发一套运维平台。平台具有空间管理功能：实现二维图纸与三维模型空间的联动，快速查找定位并显示空间体积、归属等属性；搬运管理功能：实现展陈物品的智能模拟搬运，自动计算最优搬运路径；设备管理功能：将模型中的设备构件、二维系统图中的设备、进行统一编码，并将说明手册、厂商信息等与编码进行关联，对设备进行结构化数据的管理；开放接口：提

供标准开放的接口，将建筑智能化系统中的视频监控、楼宇设备控制系统、门禁等接入运维管理平台统一监管。

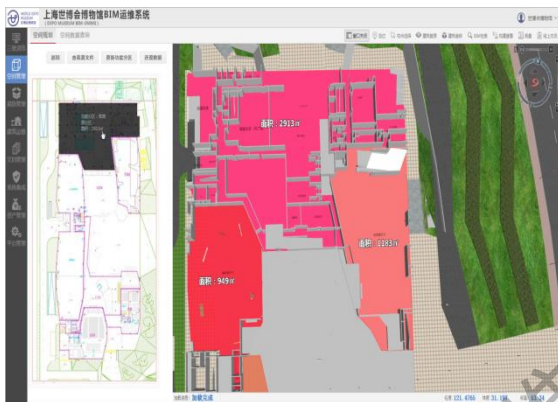


图 11 运维平台-空间管理

#### 4. 协同管理平台应用

数据管理方面，对现有的图纸、模型、图片等各类文档进行管理，并支持轻量化模型、图纸等文档预览、批注等。编码体系方面，对文档进行统一编码及版本管理，保证数据唯一性和准确性。权限及流程管理方面，不同的参与方在平台使用过程中拥有不同的权限，既满足协同工作的要求，又保证数据安全。同时将模型审核等流程通过平台进行管理，实现管理数据可追溯。移动应用方面，实现流程、数据存储、模型浏览等功能在移动端的应用，提高平台使用的便捷性。

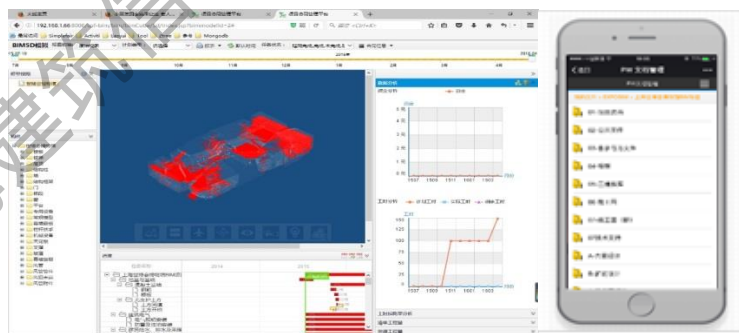


图 12 协同管理平台及移动端应用

### (四) BIM 技术应用效益

本项目全生命期 BIM 技术应用（含运营维护阶段）过程中，利用 BIM 技术进行参数化设计、碰撞检查、性能化分析、机电深化、钢结构深化、幕墙深化、流程管理、移动端应用、进度管理和运维模型整理等，在经济、效率和进度方面取得了诸多定性和定量的价值、效益。

在设计阶段，通过参数化设计、优化云厅幕墙板块分割，减少幕墙面积 5%，约 400 平方米、56 万；通过三维建模，碰撞检查，共计 43 次拍图，解决问题 793 个，节省造价约 500 万；通过性能化分析，进行风环境、气候、热环境等模拟，提高设计效率；利用 BIM 模型三维可视化功能，提高展陈区域建模精度，提前提供三维可视化视频，减少展陈招投标时间约 1 个月。

在施工阶段，应用 BIM 技术进行机电深化设计，解决问题 413 个，经济效益约为 100 万；钢结构深化设计阶段，采用正向三维设计，减少设计时间 1 个月，总吨位减少 8%，杆件减少 5%，铸钢件减少 87%，经济效益约为 450 万；幕墙深化设计阶段，通过模型导出幕墙展开图，提高图纸的阅读效率；在算量方面，利用广联达软件通过对土建、结构、机电模型进行算量，得出单项误差在 5% 以内，总体误差在 1% 以内；基于 BIM 模型的三维交底，每次设计交底伴随着三维 BIM 交底，大节点共计 6 次，提高交底效率；应用 BIM 技术进行建筑深化，对大量的斜墙进行深化，根据模型排模制作，节省模板算料时间约 7 天。

此外，项目协同平台的建立和应用提高了数据使用效率、沟通效率和任务催办效率等。在文控体系方面，生成文档 5002 个，数据 30G，用户 132 个，文档一一进行编码控制，权限控制，提高数据使用效率；流程管理方面，模型审核、设计变更等在线实施流程 41 个，大大增加沟通效率；移动端应用方面，二维码图纸扫描提高图纸准确率、微 PW 数据应用使 80% 管理层通过移动端获取数据；进度管理方面，通过进度与平台预警机制结合，共发出任务预警信息 12000 多条，提高任务催办效率。

在运维阶段，利用运维平台对运维模型进行整理，完成 1021 台设备图纸、模型数据校核和编码，为后续运维数据准确率提供保障，提高了工作效率。

综上，本项项目 BIM 技术应用带来的经济效益约 1100 万，占总投资额约 2%；

进度效益约 67 天，占总工期约 5%；数据流转效率提高至点对点。

## （五）经验总结

BIM 技术应用是一项结合项目管理的系统工程，在本项目实施过程中也积累了不少经验，总结如下：

（1）由项目管理方作为 BIM 总包奠定了整个项目 BIM 成功实施的基础。项目管理方作为 BIM 总包在项目实施的过程中带来了极大的好处，主要体现在以下方面：

- 1) 作为项目管理公司，对设计方、施工方都有一定的约束力；
- 2) 拥有工程技术背景的优势使得在 BIM 技术应用的过程中沟通更加顺畅。

（2）协同平台的建立和使用为基于 BIM 的协同工作提供了基础平台。一方面，协同平台极大地方便了建设单位对数据进行管理和使用，另一方面，协同平台的使用使得沟通成本明显降低，主要表现在：

- 1) 数据源、编码统一，各类文件版本管理使得共享文件的准确性和可追溯性；
- 2) 分布式服务器的部署方式使得本地访问数据的效率更高；
- 3) 兼容各类不同版本的文本文档及各种格式的三维模型，使得轻量化访问数据成为可能；
- 4) 基于平台的 BIM 流程使得模型等单文件容量较大的电子文档流转效率更高更流畅。

（3）数据编码的建立为运维阶段数据应用做好了重要的铺垫。本项目的编码是运维阶段录入的。编码体系庞大、标准种类多，需要编制几套不同行业的编码体系、知识库共享。在有编码体系的基础上，通过信息化手段进行几何及非几何数据的继承、复用、使数据结构化并形成更深层的应用。

（4）钢结构深化设计显著提高了设计效率

钢结构三维深化应用使得深化效率更高，主要体现在：

- 1) 正向三维设计显著加快设计和施工速度，模型及图纸质量更高；
- 2) 在平面图表达效率低下时，通过专业三维软件设计使出图效率更高。



## 二、上海交通大学医学院附属瑞金医院肿瘤（质子）中心项目

### （一）项目概况

#### 1. 项目基本概况

上海交通大学医学院附属瑞金医院肿瘤（质子）中心项目，新建集门诊、质子治疗与科研、检查等功能于一体的新楼（1#肿瘤（质子）中心）及其附属用房（2#能源中心及 3#门卫、4#门卫）。1#肿瘤（质子）中心主体地上三层，地下一层，总建筑面积约 22943m<sup>2</sup>，其中地上建筑面积约 11488 m<sup>2</sup>，地下建筑面积约 11455 m<sup>2</sup>。2#能源中心主体地上二层，地下一层，总建筑面积 3085m<sup>2</sup>，其中地上面积 1880 m<sup>2</sup>，地下面积 1205 m<sup>2</sup>，内部功能主要由水泵房、配电房、冷冻机房、锅炉房、工艺冷却水用房等组成，项目总投资额为 40283 万元。



图 1 瑞金医院质子中心项目示意图

本项目于 2015 年 12 月被上海市列为首批“上海 BIM 技术应用试点项目”。在本项目中开展了 BIM 技术在医疗建筑的全生命周期应用，包括：设计、施工、运维阶段。在该项目中，首次开始尝试使用全三维设计出图。

#### 2. 工程特难点分析

针对本项目的特点与难点采用相应的 BIM 技术应用点，具体如表 1 所示。



表 1 项目特难点与 BIM 技术应用点对应

序号	项目特点及难点	BIM 技术应用点
1	医院项目功能繁复、工程建设难度高	全过程三维可视化、由模型生成工程量、4D（进度）模拟、5D（成本）模拟
2	医院设计性能指标要求高、质子治疗装置设计精密度要求高	基于模型的性能化分析； 基于 BIM 模型的精确表达
3	医院功能类型众多、设施管线布置复杂、空间构成要求精确	碰撞检测、管线综合、空间分析
4	既有建筑对工程建设的影响颇大、老桩基与新桩位相互干涉	激光三维扫描技术、基于 BIM 模型的新老桩基模拟
5	项目专业种类多、工程建设参与方众多、信息沟通尤为重要	统一的协同云平台便于各方沟通
6	项目设施复杂后期管理难度颇高	基于 BIM 模型的智能运维管理

## （二）BIM 技术应用模式

### 1. 应用目标

本项目 BIM 技术实施应用的主导为业主方，贯穿在设计、施工、运维阶段的全生命周期过程，进行深度 BIM 应用，不仅考量项目单参与方的 BIM 应用能力，而是对项目全生命周期的各参与方的 BIM 能力的综合考量。

设计阶段，本项目中首次开始尝试使用全三维设计出图，形成了初步的 BIM 三维设计出图项目样板，直接利用 BIM 模型输出施工图。同时，结合项目自身特点，针对候诊区进行采光分析、室外风环境进行了性能化分析并进行了优化。

施工阶段，通过 BIM 模型模拟安装，进行多专业协同，管线综合排布为后期施工安装保证质量，避免施工现场的安装出现冲突返工。

项目协同方面，本项目通过自主开发平台，初步探索平台多方协作的途径，建立多方多专业 BIM 全三维协同沟通机制。

### 2. 组织架构

本项目由独立的 BIM 牵头团队(华东建筑设计研究院数字化技术研究咨询部)协同中科院上海应用物理研究所、设计单位、施工单位、监理单位、建设方及管理方,进行工程建设各阶段的 BIM 应用,保障项目实施全过程各个参与方的及时沟通与协调。

BIM 实施的组织架构如图 2 所示。



图 2 项目 BIM 实施组织架构图

### 3. 参与单位

项目由建设方统一协调与 BIM 相关的各方,进行大修项目全生命周期的 BIM 技术应用,主要参与单位如下:

建设单位:上海交通大学医学院附属瑞金医院

项目管理单位:上海申康卫生基建管理有限公司

质子设备研发单位:中科院上海应用物理研究所

BIM 咨询单位:华东建筑设计研究院有限公司

设计单位:上海现代华盖建筑设计研究院有限公司

施工单位:上海建工一建集团有限公司

监理单位:上海建科工程咨询有限公司

#### 4. 分工职责

本项目参与方众多，在 BIM 技术实施过程中职责清晰，分工明确，见表 2 所示。

表 2 项目各参与方职责分工表

应用点	建设单位	项目管理单位	中科院物理研究所	BIM 咨询单位	设计单位	施工单位	监理单位
BIM 整体策划	D	E	E	P	E	E	E
BIM 系统平台实施	C	E	E	P	E	E	E
BIM 模型建立及更新	C	C	I	E	I	E	C
性能化模拟分析	D	C		E	I		
管线综合	D	C		E/C	I/C	E	C
工程量统计	C	C	C	E/C	I	E	C
室内精装优化	D	C	I	E/C	I	E	C
三维出图				P/E	I/E		
进度（4D）模拟	C	C	C	C	I	E	C
施工方案模拟	C	C	C	C	I	E	C
成本（5D）管理	C	C	C	C		E	C
运维管理	D	C	I	P/E	I	E	C
可视化交流	D	C	I	P/E	I	E	C

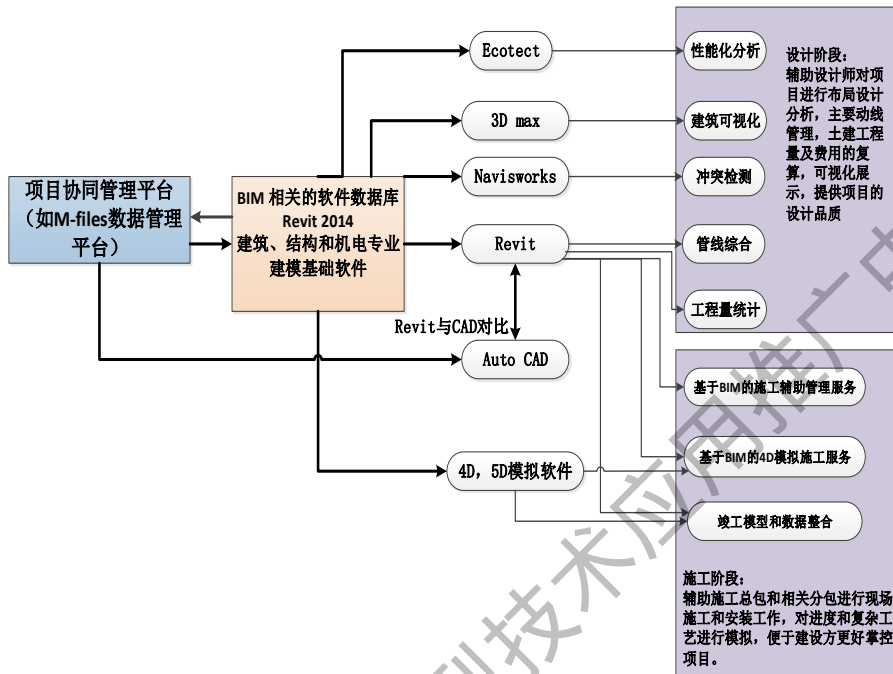
（注：P—筹划；D—决策；E—执行；C—检查；I—提供信息）

#### 5. BIM 实施的技术路线

本项目在 BIM 技术实施过程中，以项目协同管理平台作为依托，针对在项目

## 二、上海交通大学医学院附属瑞金医院肿瘤（质子）中心项目

的设计、施工阶段中的不同 BIM 应用点，采用不同的专业软件及手段进行实施，具体实施 BIM 的技术路线如图 3 所示。



### 6. 工作流程

本项目在 BIM 技术实施过程中，以业主方作为 BIM 实施的主导，对项目各参与方进行不同阶段的工作职责的细化以及管理，并及时组织多方进行沟通交流，具体项目工作流程见图 4 所示。

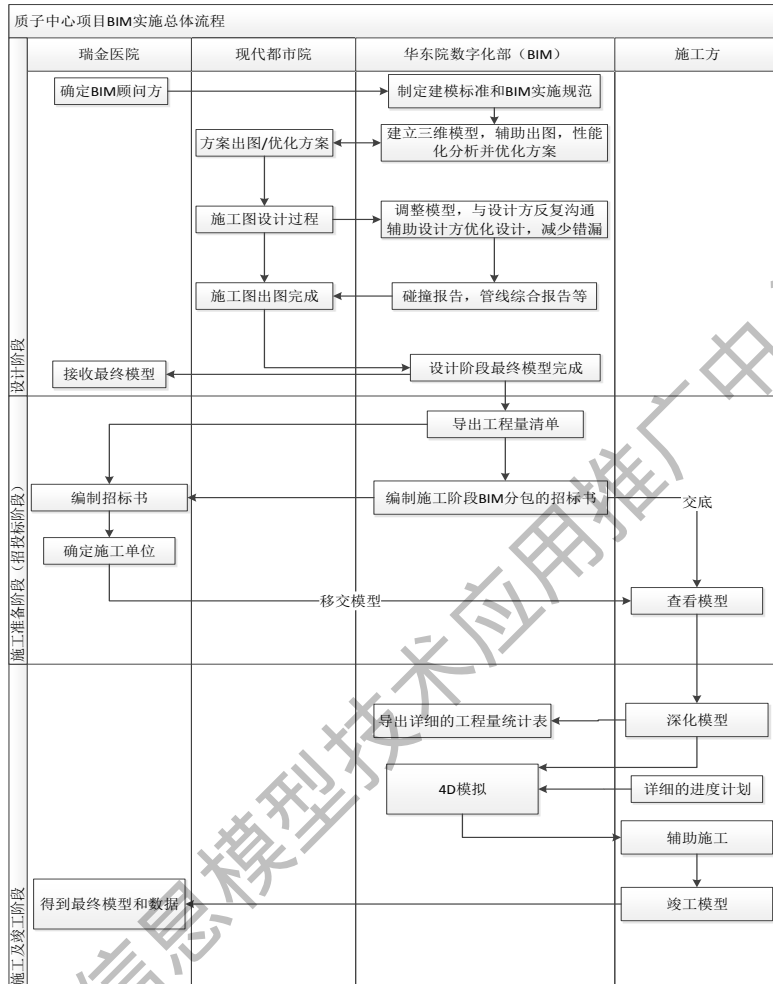


图 4 项目工作流程图

### (三) BIM 技术应用内容

#### 1. BIM 协同

##### (1) BIM 集成化平台

运用基于混合云技术的虚拟化项目管理平台，搭建综合管理平台对项目全生命周期进行管理、整合各阶段模型、图纸，各参与方都在项目管理平台上进行 BIM 数据交互。

## 二、上海交通大学医学院附属瑞金医院肿瘤（质子）中心项目

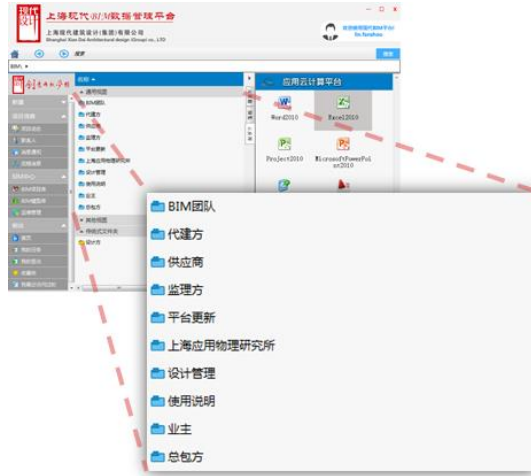


图 5 项目协同管理平台

### (2) 多方多团队多专业 BIM 协同设计

质子治疗舱空间复杂，设备形体复杂，设备管道众多，**BIM** 牵头团队运用 **BIM** 模型协调中科院与设计院管线设计，并提供优化设计方案。

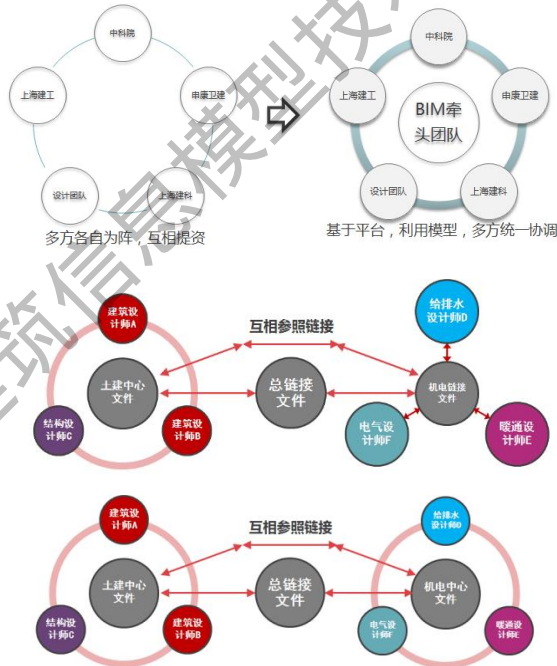


图 6 项目 BIM 协同设计

## 2. 性能化分析

### （1）室外风环境优化

建筑形体优化：改变北楼建筑造型，降低部分层高，形成豁口，有利于过渡季节季风进入医院屋顶花园。建筑造型优化后，各层屋顶人行平面的静风区域明显减少。流速增加有益于污染物的扩散，并增加了病人在外活动的舒适性。

优化后人行区风速 $<5\text{m/s}$ ，建筑立面风压差 $>1.5\text{Pa}$ ，优化后的风环境有利于室外人行活动和室内自然通风。

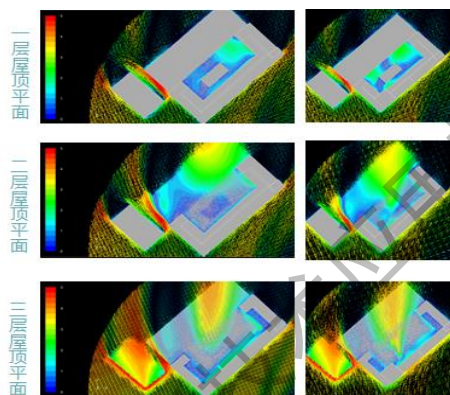


图 7 屋顶平面风环境分析图

### （2）室内自然通风优化

建筑平面优化：主体建筑进深较大（超过 50m），建筑二层、三层采用退台设计，退台后分别形成“U”、“L”形建筑环抱的大面积屋顶花园，有利于风的导入，同时径深减小，有利于自然通风。

门窗优化：形成良好的通风线路，并对外窗两种上悬向外开启角度  $15^\circ$  和  $30^\circ$  进行模拟分析。

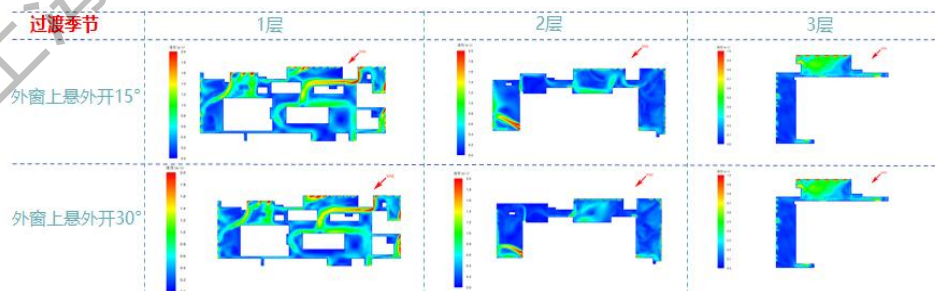


图 8 过渡季节室内自然通风

### （3）遮阳分析

设计遮阳装置时，针对夏至日不同时刻进行日照分析，由模拟结果得出建筑物遮阳设置。

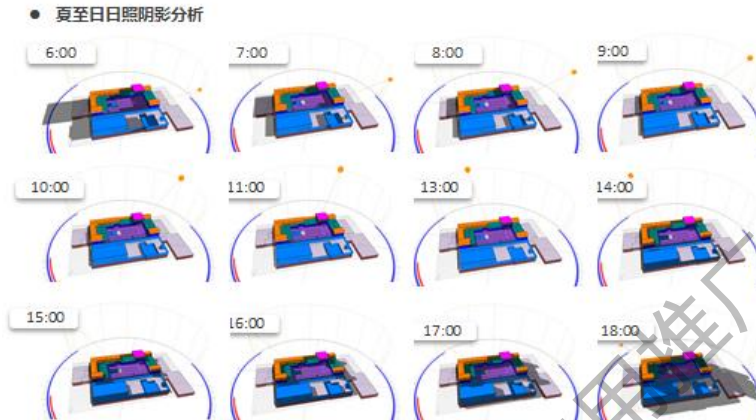


图 9 夏至日日照分析

### （4）结构性能化分析

质子治疗装置属于精密装置，有严格的变形和振动控制要求。考虑桩群、承台和上部墙体共同作用分析模型，经计算分析比较，以⑨层粉砂作为桩端持力层工后沉降估算值约 0.45 毫米/10 米/年，满足 0.5 毫米/10 米/年的上述控制要求。

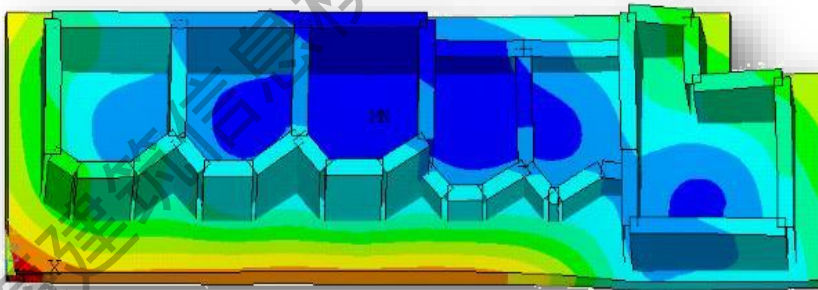


图 10 结构性能化分析

## 3. BIM 算量

### （1）BIM 三维设计同步算量

优化模型，丰富材质及细节构造，定制 BIM 的明细表报表，使 BIM 模型能直



接输出工程量清单报表。

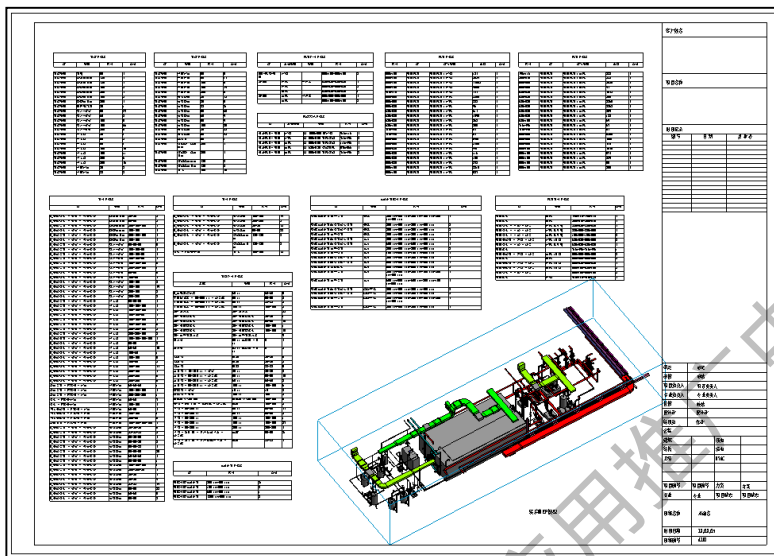


图 11 模型导出工程量

### (2) 三维钢筋

通过开发基于 Allplan 的插件实现钢筋自动生成及算量。能直接读取图纸自动转换生成三维钢筋，根据规范图集生成三维钢筋，并进行钢筋干涉检测，在复杂的治疗舱节点处，有效避免了钢筋碰撞。通过排除干涉修改生成的钢筋自动得到钢筋量。

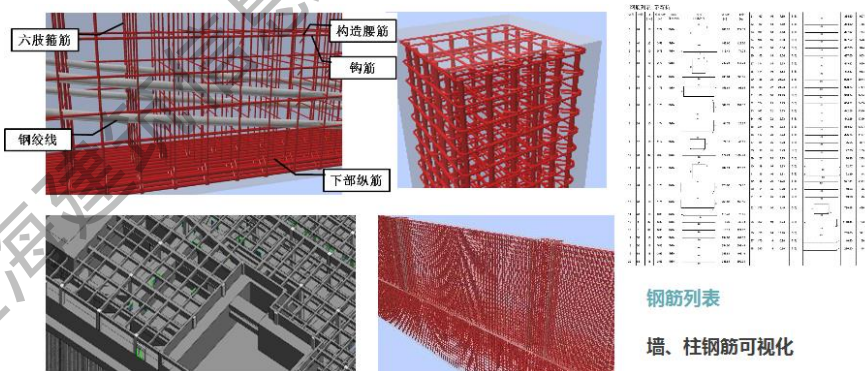


图 12 钢筋算量

## 4. BIM 三维设计

### (1) BIM 模型管线综合

通过 BIM 模型模拟安装，进行多专业协同，管线综合排布为后期施工安装保

证质量，避免施工现场的安装出现冲突返工。

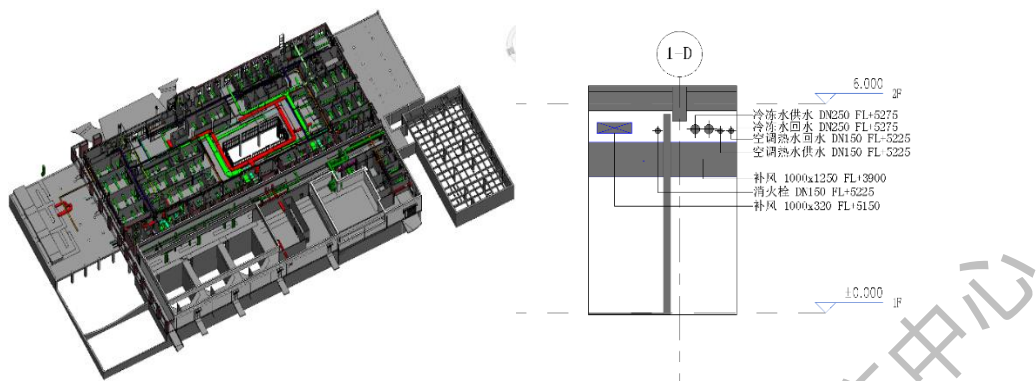


图 13 管线综合模型

### (2) 三维虚拟仿真

通过三维模型表现室内、外完成效果，提升设计沟通协同效率，模拟出身临其境的虚拟场景，使人能快速对设计成果作出直观评价。

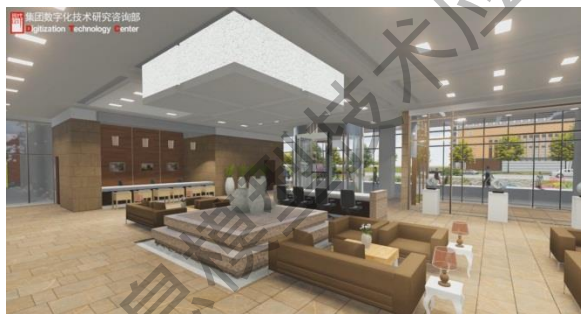


图 14 室内效果图

### (3) BIM 三维设计出图实践

BIM 三维协同设计出图，采用 ECVS (构件/建模/视图/图纸)的方式组织设计，按照施工图设计要求建立 BIM 族元素，使 BIM 设计师和 BIM 工程师在设计建立模型时可直接使用。

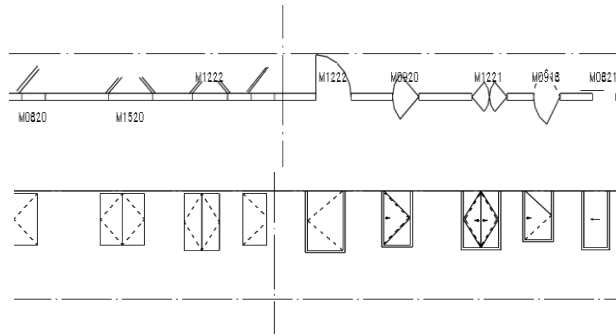


图 15 三维设计出图

按照施工图设计要求设定族元素平立面出图表达。BIM 牵头团队制定各阶段信息传递流程及原则，以建立全生命周期的三维协同，让 BIM 施工图模型在后续阶段得以传递深化。

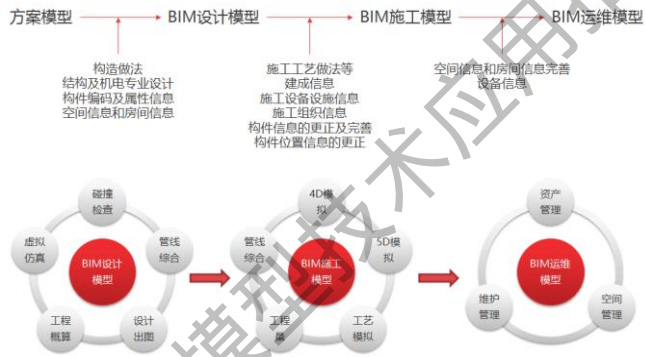
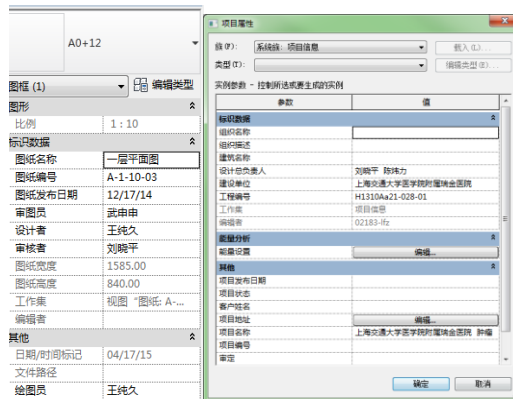


图 16 模型信息在各阶段的传递

按照施工图设计设定项目对象样式，设定线宽线型，并根据视图设定形成标准的施工图设计视图样板。制作图框，并将图框参数与项目信息关联，直接使用 BIM 模型输出施工图。



## 二、上海交通大学医学院附属瑞金医院肿瘤（质子）中心项目

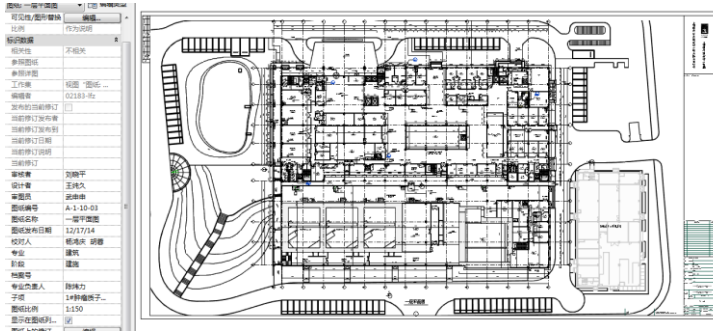


图 17 BIM 模型输出施工图

### 5. 施工方案模拟

#### (1) 桩基工程

本项目桩基阶段需要考虑原厂房遗留的旧桩，由于旧桩分布过密，不宜全部清除，需新桩规避。通过三维扫描，确定旧桩位置，再通过新桩方案与旧桩模型的碰撞，形成打桩方案。每个新桩都有唯一编号，每台桩机也有唯一机号，形成分区域的桩机施工的计划管理。

#### (2) 质子区施工

质子区为本工程的核心区域，在施工前利用 BIM 技术进行施工模拟，通过施工模拟将分层浇筑的水平施工缝避开楼层面和预埋件。在模拟过程中 BIM 组发现质子区一级平台与下层混凝土构造结构相差 60mm。三级平台处左侧竖向埋件和横向埋件在混凝土构造内部。对施工模拟出现的情况由项目部组织召开专题会议，制定、落实对应方案。再将修改后的数据反馈到 BIM 模型中做模型修正，直至问题消除。

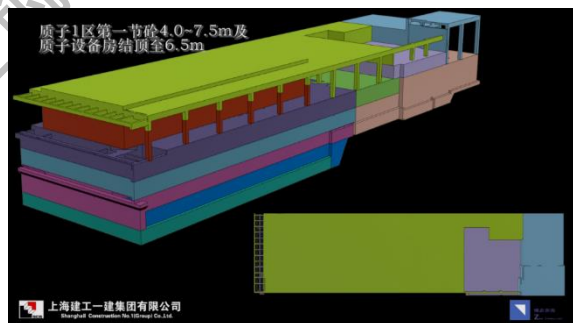


图 18 质子区混凝土分段浇筑施工模拟图

#### (3) 屏蔽钢板吊装

由于屏蔽钢板墙需满足辐射要求，钢板墙总厚度为 500mm，分为 10 层，每层

50mm；每层钢板墙分块错缝拼接，拼缝间距不得大于 3mm 吊装过程复杂，为确保施工安全，在吊装前借助 BIM 可视化技术，对吊装工况进行模拟，确保施工安全的前提下保证屏蔽钢板安装满足设计要求。

#### （4）进度模拟

将 3D 模型导入到 Navisworks，并与项目实施进度进行关联，形成 4D 模型以直观展示施工进度。通过模拟进度与实际进度的对比，更快速、直观、准确的反映工程数据，让项目管理人员确定进度计划可行性，并对原始进度计划做出实时调整。

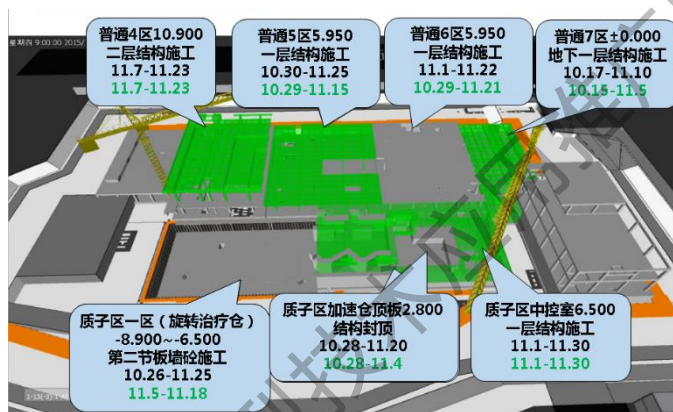


图 19 阶段性施工进度模拟图

### （四）BIM 技术应用价值/效益

#### （1）BIM 平台及协同初步探索

通过自主开发平台，探索了平台多方协作的途径，及时发现多方平台协同中存在的问题和障碍，为后续优化平台、使平台更加充分发挥沟通协作的作用积累使用经验。本项目建立了多方多专业 BIM 全三维协同沟通机制，有效提高了项目沟通效率。

#### （2）BIM 三维设计算量结合实践

在本项目中，尝试在 BIM 工具辅助设计过程中，探索 BIM 成本算量的技术解决路线。并结合国标工程量清单体系，探索了设计与成本工程量对接的技术路线。

#### （3）BIM 三维设计出图初步探索

通过前期项目三维+二维设计的积累，在本项目中，首次开始尝试使用全三维

设计出图，通过出图初步探索实践，深化了 ECVS 出图技术思路，总结了大量 BIM 三维设计出图技术点。通过本项目的 BIM 技术实施，形成了初步的 BIM 三维设计出图项目样板，为以后的 BIM 三维设计出图奠定了基础。

### （4）提高施工质量

BIM 最直观的特点在于三维可视化，利用 BIM 的三维技术在前期可以进行碰撞检查、施工模拟、可视化交底，减少在建筑施工阶段可能存在的错误损失和返工的可能性。本工程中通过施工模拟发现质子区结构存在高差，埋件位移。通过碰撞检查发现机电碰撞部位多达 1800 多处等。在早期设计阶段就发现后期真正施工阶段会出现的各种问题，及时进行前置处理，确保了工程施工质量。

### （5）节省施工成本和工期

BIM 数据库可以准确快速计算工程量，提升施工预算的精度与效率。由于 BIM 数据库的数据粒度达到构件级，可以快速提供支撑项目各条线管理所需的数据信息，有效提升施工管理效率。在施工工期的控制上，例如本项目的雨棚、采光屋顶、大空间可以看到复杂节点的设计，这些内容看起来占整个建筑的比例不大，但是占投资和工作量的比例和前者相比却往往要大得多，而且通常也是施工难度比较大和施工问题比较多的地方，对这些内容的设计施工方案进行优化，可以带来显著的工期和造价改进。在施工过程中因避免了碰撞点的返工、修复、开洞减少的费用计算。在本项目产生的费用按每处碰撞费用 150 元，共碰撞 900 个点，直接产生 135,000 元（150 元 x 900）。

## （五）BIM 应用经验总结

### （1）协同参与方多，三维协同优势多

本项目为政府投资新建的质子医疗中心，由申康卫建作为代建方管理，由中科院应用物理所参与质子治疗舱部分的土建、机电设计，质子治疗舱的特殊性使得该医院项目的多方协调性差，迫切需要二维和三维的频繁互动，基于三维模型的优势有利于多方协同。

### （2）BIM 专项团队管理

“1+1+1”团队模式，BIM 牵头团队、监理 BIM 团队及施工 BIM 团队相互独立又互相优化协调，BIM 团队工作亦是互相学习的过程；不同专业资质的工程师

针对不同需要在其专业领域内发挥重要的作用，让专业的人做专业的事。

### （3）全生命周期 BIM 应用

项目在全生命周期过程中进行深度 BIM 应用，特别是设计阶段的 BIM 技术应用，不仅考量单方的 BIM 应用能力，而是对项目全生命周期的各参与方的 BIM 能力的综合考量。

上海建筑信息模型技术应用推广中心



# 三、闵行浦江拓展大型居住社区供水外配套沈杜泵站工程

## (一) 项目概况

### 1. 项目基本概况

沈杜泵站位于闵行区浦江镇沈杜公路以南，浦星公路以西，紧邻浦星公路，北靠姚家浜。泵站原状为桃树农田，紧邻泵站南侧有上海斯米克抛光砖有限公司。

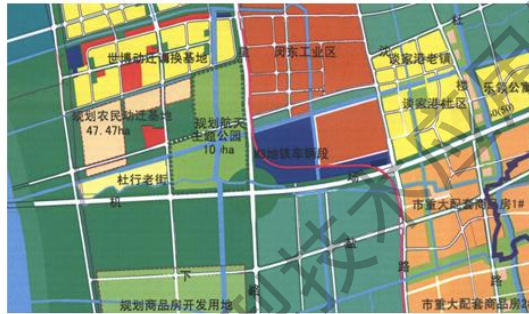


图 1 沈杜泵站项目地理位置图

泵站总供水规模为 6880m<sup>3</sup>/h，进浦江水库泵站水头为 16.3m，出站压力水头为 34.8m。泵站供水范围为沈杜公路以南区域，供水规模为 12.7 万 m<sup>3</sup>/d，本项目建设主要包括新建增压泵房 1 座、变配电间 1 座、10000m<sup>3</sup> 清水池 2 座、次氯酸钠间 1 间、办公楼 1 座、车库房 1 间、警卫室 1 间及相关附属等，泵站总占地面积为 17495 m<sup>2</sup>。工程总投资约 13262 万元。

### 2. 项目 BIM 应用必要性

#### (1) 紧跟市场步伐，提升企业竞争力

早在《2011-2015 年建筑业信息化发展纲要》中 9 次提到 BIM 技术，把 BIM 作为支撑行业产业升级的核心技术重点发展。《纲要》的总体目标是加快 BIM、基于网络的协同工作等新技术在工程中的应用，推动基于 BIM 技术的协同设计系统建设与应用，加快推广 BIM、协同设计、项目管理等技术在勘察设计、施工和工程项目管理中的应用，改进传统的生产与管理模式，对整个建筑行业有引导性作



用。

### （2）大中型复杂项目对 BIM 技术需求高

随着城市建设的迅猛发展以及日益丰富的建筑功能、造型等需求，出现了越来越多的奇特建筑。这些建筑往往在造型、构件甚至建造工艺上突破常规，仅通过传统平面手段及二维图纸通常难以表现。因此，应用 BIM 的意义就尤为突出。

### （3）BIM 技术较传统模式是革命性的突破

- 三维模型。基于复杂项目，BIM 可进行三维空间变化的表达，利于拆分设计。
- 可视浏览。便于业主事前决策，减少设计、施工不必要的返工。
- 协同建设。各参建方在同一个平台上进行工作，提高整个项目建设效率；
- 修改方便。一处修改处处更新，软件会提示调整，实现计算与绘图的融合。
- 管道检测。碰撞是设计与施工的矛盾点，通过管线自动碰撞检测，解决各类管道“打架”问题。
- 自动统计。通过软件，可将工程量自动统计及材料表自动生成。
- 提高质量。BIM 的工作方式是协同式，通过技术监控质量问题，减少错漏碰缺，提高建设质量。
- 绿色节能。通过软件，支持整个项目可持续和绿色节能环保设计。

### （4）BIM 技术与项目总承包全过程管理理念不谋而合

我院历来重视科技工作。随着 BIM 技术在建筑领域的不断深入，并在一些总承包项目中得以成功应用。BIM 技术与总承包管理的密切结合，完善了整个建筑行业从上游到下游的各个管理系统和 workflow 间的纵、横沟通和多维性的协同交流，实现了项目全寿命期的管理。

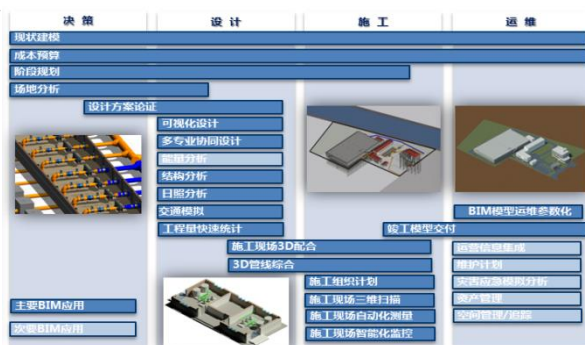


图 2 沈杜泵站全寿命期应用点分布图

### 三、闵行浦江拓展大型居住社区供水外配套沈杜泵站工程

#### (5) 市政行业泵站项目的新突破

根据项目工期紧、任务重的特点，我院从项目投标阶段就采用 BIM 技术参与编制标书并直接出图，为实现全寿命、全过程的 BIM 技术应用走出第一步。同时，由于项目建筑风格及工艺管线、设备的布置选型包括后期运维均较为复杂，该项目的 BIM 技术应用得到了业主方支持。

## (二) BIM 技术应用模式

### 1. BIM 应用目标与特点

本项目目前已经完工，是一个完整的 BIM 应用尝试的案例，包括项目的规划设计、正向设计、翻模设计、施工阶段应用、以及运维管理等是多方面，全专业、全过程、全寿命的成功案例之一。

### 2. 组织架构



图 3 沈杜泵站组织架构图

### 3. 参与单位与分工职责

表 1 沈杜泵站分工职责表

序号	任务内容	参加单位（部门）
1	建筑、结构、强电、暖通BIM建模	城建总院-BIM中心★ 岩土院-项目部
2	清水池、给排水、工艺、弱电BIM建模	城建总院-总承包部★ 城建总院-给排水一院
3	施工阶段模型应用及项目管理系统BIM应用	浦东威立雅★ 城建总院-总承包部★ 明鹏建设-项目部 斯美科汇-项目部
4	过程BIM模型建设及竣工BIM模型建模	城建总院-总承包部★ 明鹏建设-项目部★
5	基于BIM的泵站运维系统开发	城建总院-总承包部★ 九运软件-开发部★ 浦东威立雅★ 明鹏建设-项目部
6	运维系统实践及推广	城建总院-总承包部★ 浦东威立雅

### (三) BIM 技术应用内容

#### 1. BIM 正向设计

##### (1) BIM 设计方案比选

本工业业主对项目的造型有一定的要求，应用 BIM 技术进行正向设计的一个好处是业主可以及时看到设计的效果。在本工程中，借助 BIM 技术进行了两个方案的设计和比选工作，包括古典式和现代式两种形式。以下为两个方案的效果展示，所有内容完全由 Revit 软件生成，包括渲染图。



图 4 基于 BIM 技术的方案设计和比选

##### (2) 基于 BIM 的协同正向设计

在本项目中，结构和建筑专业采用了借助 BIM 技术进行正向设计的方式，参与项目的设计人员既了解 BIM 技术又有实际工程设计经验，包括一级注册建筑工

### 三、闵行浦江拓展大型居住社区供水外配套沈杜泵站工程

程师和一级注册结构工程师。由三维模型直接生成设计图纸，并根据院里的设计流程进行审核，二维图纸送交审图公司进行审图并通过。图 5 为施工图模型和由模型生成的二维图纸。

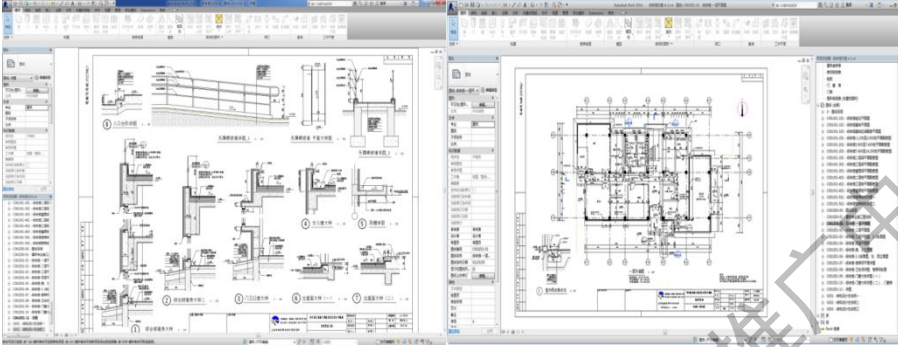


图 5 建筑专业 BIM 图纸

#### 2. 施工 BIM 深化

##### (1) 碰撞检查

项目无变更、少变更是 EPC 总承包项目盈利关键，通过集成平台完成了整个项目的 BIM 模型建立。并利用 BIM 软件的对各专业模型进行碰撞检查，项目在 BIM 设计总工审图完成后进行碰撞检查，仍旧存在 11 处碰撞。

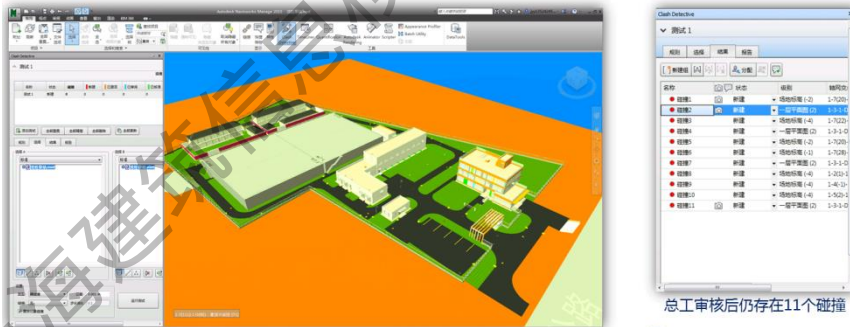


图 6 基于 BIM 技术的碰撞检查

##### 1) 碰撞检查—楼板与隔墙碰撞

例如综合楼楼板与门洞所在的墙体发生碰撞，软件可自动定位碰撞位置并予以显示，并可通过对周边环境的隐藏来更为明确的检查碰撞原因并进行分析，由于未按标准建模，将造成墙体工程量增加。

##### 2) 碰撞检查—管线与结构碰撞

工艺管线的布置是泵站类项目业主关注的一个重要环节，本项目工艺建模过程中发现地下工艺布置未按结构专业提供的模型进行设计，致使发生碰撞，如若未及时发现并进行施工，将成为一个重大质量事故。

### 3) 碰撞检查—设备管与结构碰撞

在泵房结构建模过程中，由于结构设计为考虑工艺出水管线的预埋洞口，直接导致设备管与结构主体的硬碰撞，通过软件功能，这是常规设计审查过程中专业交叉容易发生且忽视的错误。

### 4) 碰撞检查—结构钢筋碰撞

利用不同 BIM 软件不仅能实现结构、建筑部分的碰撞检测，还能进行钢筋部分的碰撞检测，从而校核设计成果，确保设计出图的准确性，同时使施工钢筋绑扎及验收工作人员从以往繁琐的工作中解脱。

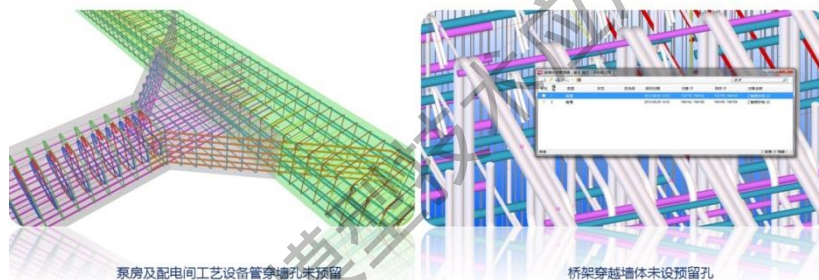


图 7 基于 BIM 技术的结构钢筋碰撞检查

## (2) 管线综合

作为市政工程，沈杜泵站在管线方面的应用同样能实现房建项目的应用特点，本项目利用 BIM 技术完成了对送风管、排风管、空调系统、给排水以及强电照明等综合管线的建模，通过对 2D 图纸的深化，目前本项目模型已达到直接施工深度。

### 1) 管线综合—强电管线

常规电气图纸往往是示意作用，具体排布走向根据现场土建实际位置进行排布。本项目利用 BIM 技术在施工前便完成二次深化，选取最为经济有效的路线，为施工方案编制也提供依据；此外，还可根据现场实际情况对走向进行调整，确保项目施工可控。

### 2) 管线综合—弱电管线

利用 BIM 技术对泵房及配电间的电气管线进行二次深化，在控制工程量的同



### 三、闵行浦江拓展大型居住社区供水外配套沈杜泵站工程

时避免了常规模式下电气施工人员翻阅建筑、结构等专业图纸中预留孔及需避让其他管线的问题，不仅确保进度，更是为提高施工质量提供了有效的管理手段。

#### 3). 管线综合—电气管线

通过多专业 BIM 技术的协同建模，对泵房及配电间的强、弱电管线排布进行了二次深化，并最终与其他专业进行了衔接，避免碰撞的同时为具体施工提供了便利，使业主也更进一步认可 EPC 总承包模式下 BIM 技术的潜力。

#### 4) 管线综合—工艺管线

工艺管线是否合理布置对整个泵站项目今后运行过程起到决定性的作用。为此，通过对图纸深化，利用 BIM 技术对工艺系统进行建模，从而更为真实的反应管线布置的合理性，为今后运维平台的建立提供了基础资料。

#### 5) 管线综合—加药管线

通过 BIM 技术对加药系统进行建模，并将加药管管路走向明确定位，使施工人员一目了然，在解决常规项目不必要的返工问题的同时，通过 BIM 技术的应用使项目保证质量的同时加快了项目建设进度。

整个泵站范围内的管线，包括工艺、雨水、污水、电力、监控、消防等的合理布置都是设计过程中需要克服的问题。本项目利用 BIM 技术对设计的 2D 图纸进行 3D 建模，在排除管线碰撞的同时，实现了项目综合管线的排布图，起到引领施工的作用。

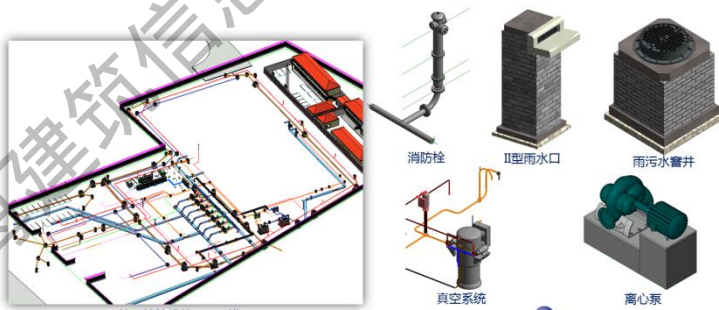


图 8 管线综合图

## （四）施工阶段 BIM 应用

### 1. 费用控制

#### （1）工程量计算

结构算量以项目清水池桩基为例，通过 BIM 模型能迅速查找桩基数量，相比 2D 图纸而言可直接根据 3D 模型判断不同标高桩基。

为了更精确的掌握该单体桩基信息，在项目明细表中根据需求查看 1080 根桩基中三类不同底标高桩基的数量，并根据长度及录入的市场单价对每根桩基价格进行计算，确定造价。利用 BIM 对建筑模型进行工程量计算，同样可通过生成明细表的方式进行幕墙、门窗等一系列数据计算，无论是计算的准确度还是速度传统计算方法错算、漏算的问题得到解决。

据所生成的明细表可要求模型将所选目标定位，并通过 2D/3D 视图将具体施工位置予以告知，计算工程量的同时还为施工人员精确定位，避免不必要的返工。

确保项目单体内部模型同样能进行工作量计算，通过对外部模型的隐藏或者透明，实现对建筑内部暖通专业的工作量的计算，从而达到项目工程量计算不漏项。通过对设计图纸进行深化，管道工程量计算同样通过软件自动生成，并可根据需求对不同管径、材质、类型、系统的管道进行分类。

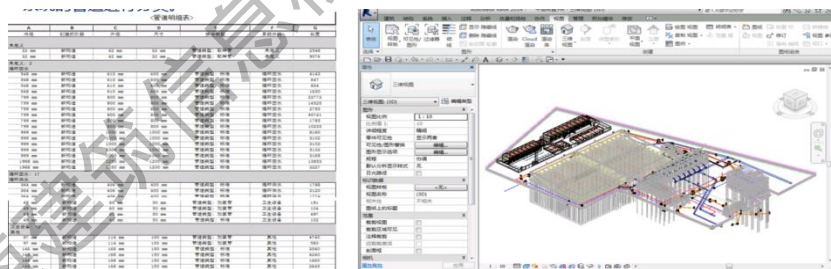


图 9 管线工程量计算

通过精确建模，常规 CAD 图纸成为 BIM 模型，更具实用性，并为计算工程量提供了更为详细的数据。

为校验 BIM 软件对工程计算的准确性，在沈杜泵站的 BIM 技术开展“BIM 工程量信息在造价统计中的应用”业务建设，经广联达、鲁班等造价软件多款专业的数据论证，确定 BIM 技术的工作量计算与常规模式工作量计算结果得出有效结论。





序号	措施名称	金额(元)
1	措施项目清单	3175872.43
1.1	安全防护、文明施工	2262410.28
1.2	脚手架及模板	377941.90
1.2.1	木模板	
1.2.2	金属	377941.90
1.2.3	其他	
1.3	垂直运输	406372.28
1.3.1	木模板	
1.3.2	金属	406372.28
1.3.3	其他	
1.4	大型机械	44581.63
1.4.1	木模板	
1.4.2	金属	44581.63
1.4.3	其他及措施	
1.5	其他措施	30366.34
1.5.1	木模板	
1.5.2	其他	30366.34
1.5.3	其他	312005.33
1.5.4	其他	34433.93
1.5.5	其他	
1.5.6	其他	

序号	项目名称	内容说明	金额(元)
1	通用措施项目		2012410.28
1.1	安全防护、文明施工	详见表1-3-1	详见表2-5-1-1
1.2	夜间施工		50000.00
1.3	二次搬运		90000.00
1.4	冬雨季施工		80000.00
1.6	施工降水		200000.00
1.7	施工降水		50000.00
1.8	地上、地下设施、建筑物的临时保护措施		100000.00
1.9	已完工程及设备保护		50000.00
2	其他措施项目		550000.00
2.1	场内施工便道		400000.00
2.2	排水出口施工围挡		50000.00
2.3	防汛防台措施费		100000.00

图 12 项目报价清单汇总及计价表

## 2. 质量管理

### (1) 施工方案模拟

利用 BIM 技术，本项目根据施工组织设计完成了总体施工方案的模拟，并根据各单体工程不同的施工周期有次序地进行了编排，并在向业主方进行进度汇报时以形象、具体受到了业主单位的好评。

### (2) 下料加工

#### 1) 钢筋加工

根据 BIM 建模深度的不同，软件根据不同编号、等级的钢筋进行分类及汇总，使钢筋下料人员能够更为直观的进行下料作业，并且数据的准确性按常规人工计算的方法无法做到。

为确保现场施工质量，除了能做到基本的钢筋下料以外，BIM 技术能够重点、难点部位的钢筋绑扎绘制 3D 详图，在具体施工前向钢筋工进行明确交底，避免因对图纸的理解产生不必要的返工。

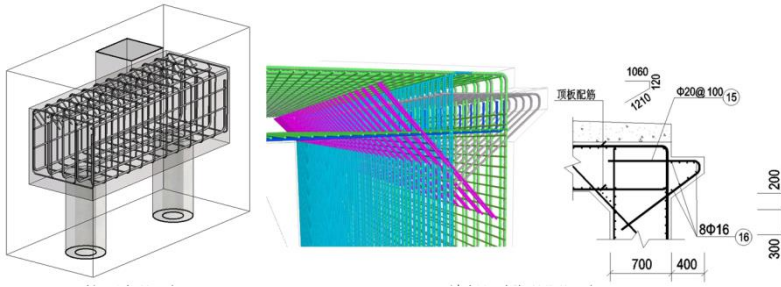


图 13 钢筋绑扎示意图

#### 2) 钢结构下料

钢结构方面，通过 BIM 软件的建模，实现了钢结构部分的深化出图，避免了常规设计流程中的多次确认工作给工程进度带来的滞后。同时，通过 BIM 技术应用，在现场拼接通过三维技术交底，保障工程质量。

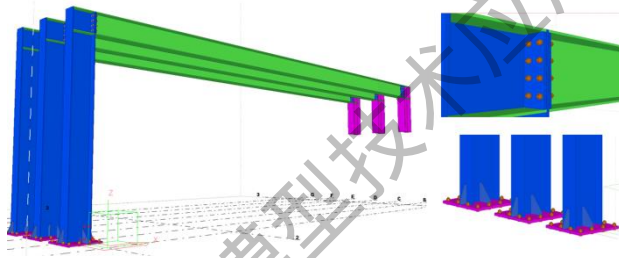


图 14 Tekla 大门模型

#### (3) 砌体排布

砌体排布功能由软件自动生成，在精确建模的基础上，BIM 软件可向施工人员进行技术交底，并对各部位的砌块用量控制，在确保施工质量的同时，对施工成本的控制起到了一定的作用。

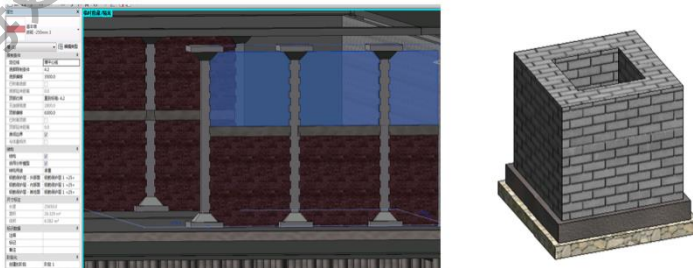


图 15 清水池导流墙及雨污水窨井砖砌示意图

#### (4) 移动端质量控制

作为全寿命期的 BIM 技术应用，通过笔记本电脑、移动终端等进行 BIM 模型查看、浏览。可方便地在工地上展示模型。BIM 模型的云应用可缩短沟通流程，大大提高施工现场生产效率，同时根据现场监控设备的安装实现远程监控的作用，使企业管理层能第一时间获悉现场情况。

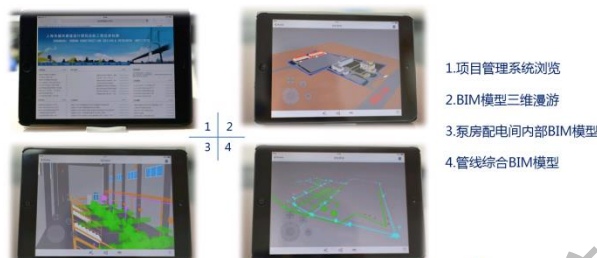


图 16 移动端显示项目进展

### (5) 现场数据采集应用

在施工高峰时，测量放线任务异常艰辛，由于工作面交叉，工作量大，受到仪器、环境、人为因素影响，精度出现偏差情况较多。为此通过全站仪机器人导入 BIM 模型的放样可提高放样精度并降低测量成本。



图 17 现场数据采集

针对完建项目及周边环境，通过三维激光扫描技术对完建内容进行全面扫描，自动转动对目标进行 360 度的全视野扫描，测量复核施工是否符合 BIM 模型。



图 18 项目周边现场数据采集

### 3. 进度管理

#### (1) BIM 与进度计划的结合

针对本项目 BIM 全寿命期的应用,利用 Navisworks 将 Project 进度计划与 BIM 模型相结合,实现项目 5D 层面的应用,使参建各方第一时间掌握项目动态,同时对施工组织设计的合理安排进行校核。

#### (2) BIM 与进度资源计划

利用 BIM 技术明确各单项工程造价,同时结合项目进度计划及 BIM 模型,实现现场进度资源计划的编制工作,使项目验工月报有据可循,并可根据计划进度与实际进度的对比进行赢得值分析。

#### (3) 进度与成本关联

BIM 技术使本项目不仅实现了 BIM 与进度计划的结合,同时还实现了 BIM 与成本的关联。通过对各单项工程的划明确费用成本,同时结合进度计划,使项目实现了 5D 层面应用。

#### (4) 进度预警

通过对 BIM 技术的应用,更为直观的向管理层展示项目进展情况及成本,同时通过项目管理平台对计划与实际进行类比,对进度滞后已及费用超支提前预警,确保项目受控实现管理目标。

### 4. 安全管理

#### (1) 施工场地布置

根据大临搭设方案,按照上海市文明工地要求对项目平面布置进行 BIM 建模,更为直观的对场地布置合理性进行验收,使应用 BIM 技术的 EPC 总承包管理深度

更全面。



图 19 施工场地布置

根据大临搭设方案,按照上海市文明工地要求对项目平面布置进行 BIM 建模,更为直观的对场地布置合理性进行验收,使应用 BIM 技术的 EPC 总承包管理深度更全面。

#### (2) 临边安全措施

现场安全员根据应用 BIM 技术对拟建项目单体的临边进行安全防护,同时编制安全施工方案,确保项目安全管理无漏洞,体现“安全第一、预防为主”的方针。

#### (3) 安全方案表现

根据脚手架搭设方案对清水池脚手架进行 BIM 技术的应用,实现安全技术方案的实体化,使项目安全方案更具合理性,同时根据 BIM 建模的深入,脚手架实现参数化建模。

#### (4) 安全计算

根据 BIM 技术参数化优势,利用软件进行数据录入后自动生成脚手架计算书。使现场安全员能将更多的工作时间投入到现场,解放其过于繁重的内业工作。

#### (5) 移动端安全监控

利用项目管理系统,利用 4G 网络可实现 BIM 技术的远程安全端监控,使企业安全负责人即时查看现场安全情况,强化安全管理的同时确保现场作业安全有序。

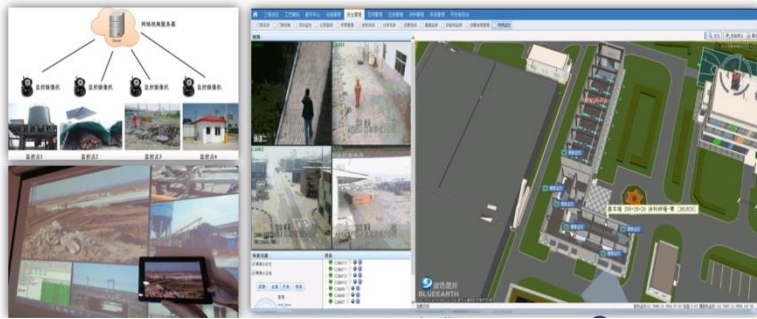


图 20 移动端安全监控图

## 5. 综合管理

### (1) 档案管理

为确保项目 BIM 技术全寿命期的应用，通过项目管理平台对项目从设计到竣工的阶段的全过程档案管理，为项目运维阶段及今后项目改建提供历史数据。

### (2) 变更管理

根据计划完成项目竣工 BIM 模型的建立，同时在建设过程中根据项目变更流程对变更过程进行全面记录，有效对项目缺陷、病害进行分析处置。

### (3) 虚拟漫游

通过 BIM 技术可实现第三人称以及飞行模式的虚拟漫游，对项目介绍及技术交底等工作起到了作用，使参观者第一时间掌握并了解项目规模及概况。

## (五) 运维平台建设及管理

在沈杜泵站项目的实施过程中，BIM 进行建筑 and 结构的设计与出图，并在施工阶段建立相应的 BIM 模型，使该项目的 BIM 建模覆盖建筑、结构、暖通、设备、消防、排水、给水、电气、道路、绿化、装饰等全部设计内容，建模精度 LOD400，部分达到 LOD500，通过施工过程的优化及调整，将完整的竣工 BIM 信息延续至项目运维阶段管理，为项目管理平台获取项目全内容的模型打下了扎实的基础。基于 BIM 的项目管理系统通过 BIM 与 GIS 模型在本项目运维阶段的结合应用，使系统数据可视化，信息展示直观，便于设施设备数据的及时查询与检索，实现系统对采集数据的统计、评价、预警等数据综合分析等功能，提高了泵站运维管理水平及效率。



经过前期调研了解业主需求后，确定开发《基于 BIM 的泵站运维管理系统》实现项目从规划到运维的 BIM 技术全寿命期应用。基于 BIM 的运维管理系统采用一个支撑、三级应用的架构，以 BIM 和 5D 数据库作为整个系统的支撑，负责 BIM 模型转换入库和泵站运维的 5D(空间+时间+内容)数据的存储。

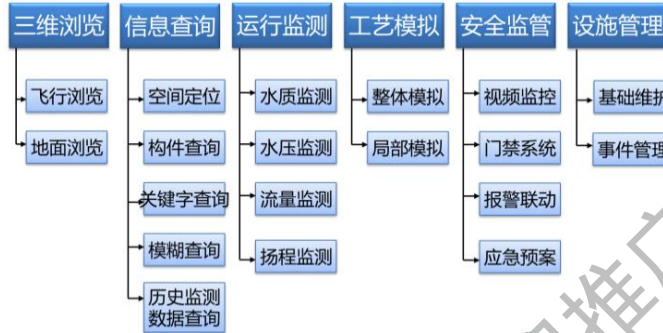


图 21 泵站运维管理系统图

- 感知层：通过视频监控、物联网、PLC 等手段采集泵站运行过程中产生的所有数据。
- 通信层：将感知层采集到的数据传输到 BIM 平台存入 5D 数据库，同时负责将系统报警信息通过移动互联网推送到用户手机。
- 应用层：使用 BIM 支撑平台和感知层采集的数据，向用户提供三维浏览、设备管理、运行监测、工程资料管理等功能。



图 22 运维管理系统构架图

(1) BIM+GIS 的平台设计思路

根据泵站的实际位置将沈杜泵站 BIM 模型无缝集成到平台的 GIS 环境中，在平台集成三维模型的同时，也将建模过程中所录入的几何、类型等所有属性一并导入，并自动形成关联，从而实现了设计和施工信息与运维期信息的共享。通过 BIM

### 三、闵行浦江拓展大型居住社区供水外配套沈杜泵站工程

模型与 GIS 模型的结合，利用统一的数据标准，实现地理设计和 BIM 结合，项目管理人员在运维阶段可以对项目周边的道路、管线、建筑环境等模型进行直观、可视化的浏览和漫游。

#### (2) 项目信息关联查询

基于 BIM 的项目管理系统，所有信息都形成一个闭合的信息环。即通过选择相关模型，可快速查询与其关联的所有信息和文件，这些文件包括图纸、备品、附件、维护维修日志、操作规程等。同时，也可以通过查询图纸等信息，定位到与之相关联的所有模型构件。通过闭合的信息环为运维人员掌握和管理所有的设备和日常运维信息提供了高效的手段。运维管理系统将泵站中的 BIM 模型名称以树状列表分类模式展示给访问者，用户通过点击模型名称，系统自动定位到该三维模型，并获取模型信息。

#### (3) 设备运行智能化监测

智能化的泵站运行维护管理中对泵站的水位监测、电量监测、设备故障预警、信息采集与交换等都有着十分迫切的处理需求。通过 BIM 模型整合泵站自动化运行监控系统的反馈监控数据，将设备工作状态信息及时反馈到 BIM 平台中，实现对泵站项目中配套设施和设备的智能化监控。在 BIM 模型中随时查看设备的设计参数、工作状态、维护预案、维护记录、维护路径等信息，当设备发生故障时，快速、准确的通过 BIM 模型对故障设备进行三维定位，帮助维护人员快速分析故障原因、调用并显相应的解决方案分类提示。

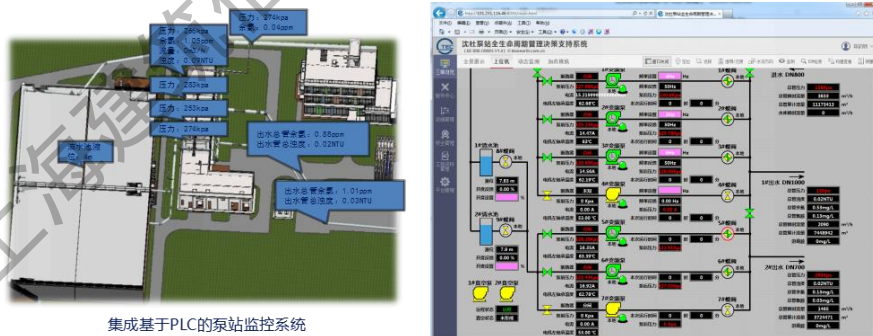


图 23 泵站运行数据动态监测

运维管理平台系统与监视、监控系统相结合，开发用于读取泵站自动化运行系统监控数据的数据库软件平台，将各种设备的工作状态信息及时反馈到项目管理



系统中，实现对泵站项目的各种配套设施和设备的智能化监控。

#### (4) 技防安保系统

基于项目无人值守的定位，BIM 运维管理平台对泵站出入口进行人流统计，并且记录访客的信息。项目管理人员可以通过平台控件远程控制每个门的开关。在泵站围墙上方设置脉冲型周界电子围栏装置进行防护，监控设备中心通过项目管理系统接收信息，共同构成周界报警系统。基于项目管理系统将泵站所有的安保和中控室整合到一个平台，在总控室同时管理整个泵站，实现无死角、无遮拦，实现目标追踪。

## (六) BIM 应用总结与效益分析

沈杜泵站 BIM 技术应用成果与效益总结如表所示。

表 2 沈杜泵站 BIM 应用总结及效益分析表

实施阶段	应用点	成果及总结	效益分析
前期策划	EPC 承包模式	EPC 团队从项目立项至运维全过程参与项目建设。EPC 团队为提高项目管理能力，对 BIM 技术深度挖掘，实现全寿命期应用	EPC 总承包单位牵头以技术支撑为前提，为实现项目管理目标应用 BIM 技术实现全过程、全专业的全寿命期应用
设计阶段	规划方案比选	工可阶段明确规划方案；初步设计及施工图设计阶段避免方案修改及返工，大大加快后续工作的开始时间	相比同类项目，初设及施工图的开始节点为整个设计阶段提升了约 15% 的进度
	正向协同设计	正向设计继承规划方案的 BIM 数据，通过协同平台由多专业同时进行设计，不仅加快进度，并同步解决专业之间的矛盾，从而提高设计质量，项目多专业正向设计的施工图 2D 化后通过审图	正向协同设计相比翻模提高 BIM 模型的建立近一半时间，同时正向设计确保了 BIM 模型的真实性和完整性，由于软件系统的不成熟，整个设计周期在通过规划方案阶段的提前相比类似工程约提升 5%
施工阶段	BIM 模型二次深化	通过对泵站电气、设备、构配件品牌型号进一步的明确，在设计 BIM 模型的基础上完成施工 BIM 的深化，实现全专业 BIM	全专业模型建立是施工阶段的安全、质量、费用进度的控制管理的基础，是实现全寿命期应用的重要环节

### 三、闵行浦江拓展大型居住社区供水外配套沈杜泵站工程

实施阶段	应用点	成果及总结	效益分析
施工阶段		模型的应用,提升施工阶段项目管理水平	
	安全管理	通过 BIM 技术对现场临舍、是公机械、加工棚、脚手架的建模运用,利用可视化模型进行的安全教育更加形象的加深了现场危险源的交底,提高安全管理能力	提升安全管理能力,实现数字管理价值的提升,加强质量、费用、进度的控制能力。利用 BIM 技术对施工方案进行模拟,更有效的提高了项目管理者对项目整体策划的能力,减少了不必要的返工和误工。
	质量控制	通过 BIM 模型的深化实现工艺管道及钢筋、模板的下料加工。同时利用机器人全站仪倒入 BIM 模型完成测量放样,从而提升工程质量	结合项目管理平台的各项功能,项目实现了一次性验收合格,项目变更数量相比传统项目减少 30%,且项目施工进度较常规泵站项目 15 个月的施工工期缩短至 12 个月完成。
	进度控制	在全专业 BIM 模型深化完成的基础上,结合施工方案实现可视化的方案树立,更有效合理地的布置工作安排,做好现场各施工作业面的衔接	通过对 BIM 模型的施工深化,项目部进一步对工艺管道、设备的布置进行合理优化并加工,减少了不必要的资源浪费,和材料商的谈判也在应用 BIM 技术后使得项目材料准备量化,更好的实现了采购合理化
	费用控制	在全专业模型的分析上,利用 BIM 软件进行工程量统计,利用预算软件实现多算对比,统计工程量与实际工程量经分析基本相符,减少约 5%合同工程量	
运维管理	运维系统建设	将 BIM 模型无缝集成到平台的 GIS 环境中,在平台集成三维模型的同时,也将建模过程中所录入的几何、类型等所有属性一并导入,并自动形成关联。通过 BIM 模型与 GIS 模型的结合,利用统一的数据标准,实现地理设计和 BIM 结合	项目管理人员在运维阶段可以对项目周边的道路、管线、建筑环境等模型进行直观、可视化的浏览和漫游。
	配套设施和设备的智能化运	运维管理平台系统与监视、监控系统相结合,开发用于读取泵站自动化运行系统监控数据的数据库软件平台,将各种设备的工	通过对泵站项目中各种配套设施和设备的智能化监管,可随时查看设备的设计参数、工作状态、维护预案、维护记录、

实施阶段	应用点	成果及总结	效益分析
运维管理	行管理	作状态信息及时反馈到项目管理系统中,实现对泵站项目的各种配套设施和设备的智能化监控	维护路径等信息,而且当配套设备发生故障时,可以快速、准确的通过 BIM 模型对故障设备进行三维定位,帮助维护人员快速分析故障原因、调用并显示相应的解决方案分类提示
	厂区安全智能化云控	在项目围墙上方设置脉冲型周界电子围栏装置进行防护,监控设备中心通过基于 BIM 的项目管理平台接收信息,共同构成周界报警系统	基于项目管理系统将泵站所有的安保和中控室整合到一个平台,在总控室同时管理整个泵站,实现无死角、无遮拦,实现目标追踪

上海建筑信息模型技术应用与发展报告

## 四、中环路内圈国定东路下匝道试点项目

### (一) 项目概况

#### 1. 项目基本情况

新建国定东路下匝道工程自中环路内圈五角场环岛“彩蛋”以东约 120m 处拼桥引出，与中环路并行至国定东路路口右转，沿国定东路路中布置，跨越规划安波路后接地，匝道工程全长约 520m。新建国定东路下匝道对完善中环路北段匝道系统，缓解现有中环路内圈国定路下匝道交通压力将起到重要作用。

本工程需在中环线五角场段主线（K1+945.00~K2+143.00）南侧高架桥拓宽 4.35m 车行道，再往南于国定东路中分带内设置 8m 宽下匝道，匝道跨越安波路交叉口后落地。其中拼桥长度 198m，匝道长度 318.43m。

#### 2. 工程特难点分析

中环路内圈国定东路下匝道工程体量和投资虽然不大，却可以成为 BIM 技术应用的较佳试验田，原因如下：

本项目施工环境复杂，位于五角场商业中心的区域，社会交通非常繁忙，工程的建设对日常交通运营的影响大；其次原主线高架未预留跳水台，而工程拼宽段长，范围影响较大；再者本工程对包括承台、立柱、盖梁等构件在内的构件都尝试进行工厂预制、现场拼装的施工工艺。这其中既存在预制构件间匹配度的问题，也存在运输、吊装与社会交通和施工场地间的矛盾。

### (二) BIM 技术应用模式

#### 1. 应用目标

基于工程自身特难点的分析，本项目尝试将信息前沿的 BIM 技术与大力推广的绿色建造技术—预制装配紧密的结合起来，对于工程本身能解决实际问题，辅助预制拼装，实现 BIM 价值，同时对于信息技术与工程技术具有重要的理论意义与推广价值。

## 2. 组织架构

BIM 实施的方式以上海城投公路投资（集团）有限公司为主导，上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司和上海建工四建集团有限公司参与协助的方式。项目施工周期短，难度大，进度要求高，由业主主导，能充分调动各方资源，从项目整体上宏观掌控，利于 BIM 工作的开展。由业主牵头成立 BIM 工作领导小组，设计单位、施工单位各分别成立工作小组，指定组长、组员；制定 BIM 技术应用成果审查机制，保障成果的质量可靠性，组织关系见图 1。



图 1 BIM 实施组织方式

## 3. 参与单位

业主方：上海城投公路投资（集团）有限公司

设计方：上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司

施工方：上海建工四建集团有限公司

## 4. 分工职责

国定路工程采取定期召开国定路工程 BIM 工作会议的形式有效实施协同管理，各方工作的职责如下表 1。

表 1 参与各方职责

项目参与方	职责
上海城投公路投资（集团）有限公司	BIM 项目管理与协调
上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司	BIM 项目设计建模与应用
上海建工四建集团有限公司	BIM 项目施工建模与应用

业主方作为整个项目的牵头单位，起到了全局协调的作用，并对设计和施工方



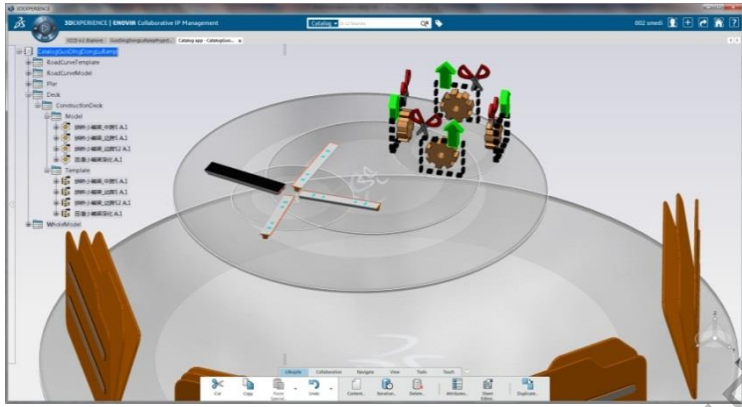


图 3 小箱梁构件模板库

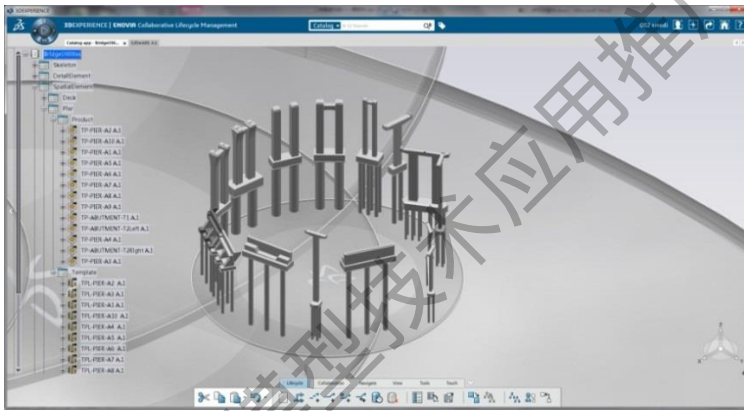


图 4 桥墩构件库

### (2) 预制构件设计方案优化

在下部立柱设计中，常规设计方法对于圆变方难以精确表达，借助三维技术可以对圆变方造型进行准确模拟，辅助设计出图，如图 5 所示。

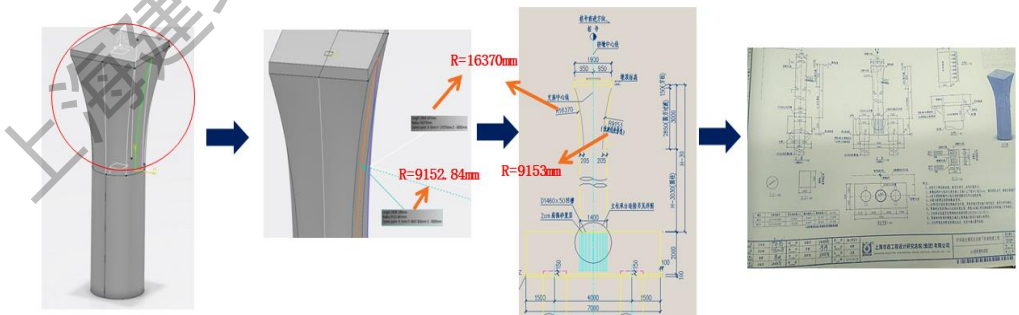


图 5 圆变方立柱的设计出图

#### 四、中环路内圈固定东路下匝道试点项目

##### (3) 复杂钢结构工程量统计

在空间复杂钢结构建模中，在程序中对钢结构工程量进行统计，提高设计工程量的统计精度，如图 6 和表 2 所示。

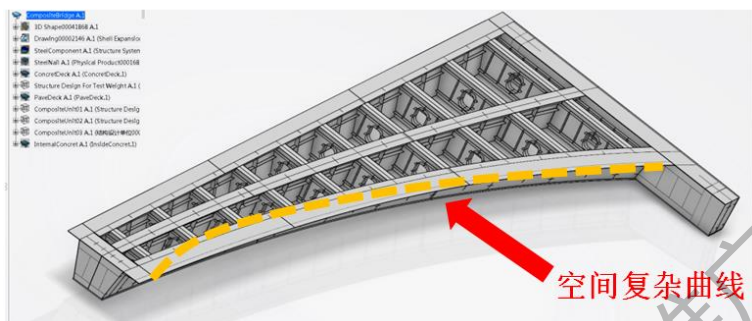


图 6 空间复杂钢结构模型

表 2 工程量统计对比表

分项\不同模型	面板模型	实体模型	设计图纸
钢结构重量(kg)	100970.779	103156.2688	109325.77
误差百分比	-2.12%	0.00%	5.98%

##### (4) 交安设施模拟应用

利用 Unity 3D 生成的可供实时自由漫游场景，使交通主管部门、临时交安设施设计、施工、管理人员能通过模拟行走，获得身临其境的真实感受，在实施前即可发现临时交安设施布置的问题，减少实施期间的设施调整。本工程通过 BIM 模拟发现交安设施设计问题共 33 处，列举其中一些示意图如下，图 7~图 12。

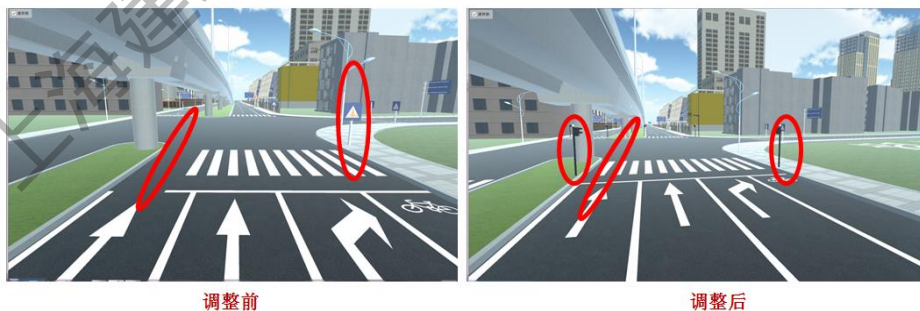


图 7 标线、信号灯调整



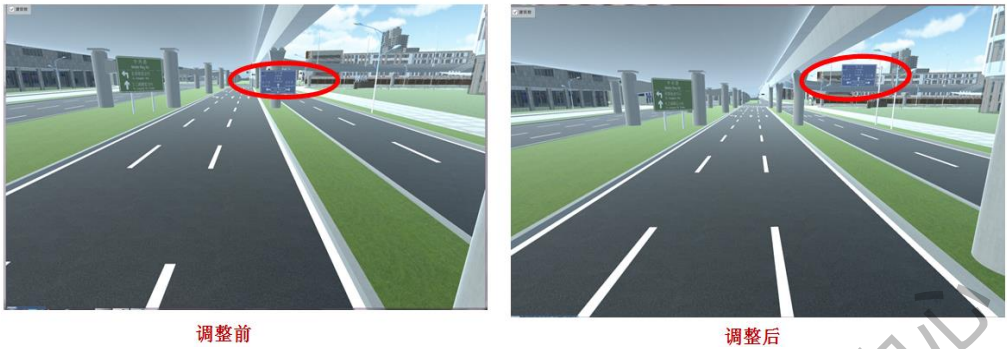


图 8 标牌位置调整



图 9 标牌颜色调整

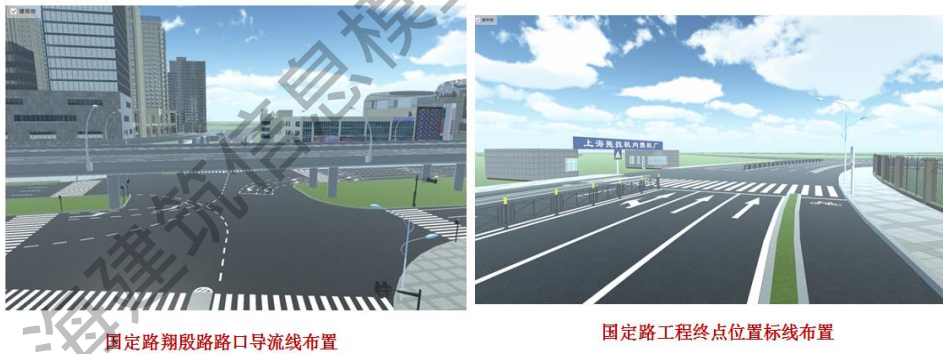


图 10 重难点交通节点模拟

#### 四、中环路内圈国定东路下匝道试点项目



图 11 临时翻交交通布置模拟



图 12 防撞墙方案变更评审

### 2. BIM 在施工阶段中应用

#### (1) 预制构件加工模拟

预制构件加工主要为盖梁与立柱加工模拟，利用 BIM 模型对加工流程与工艺进行模拟演示，分别如图 13-图 14。

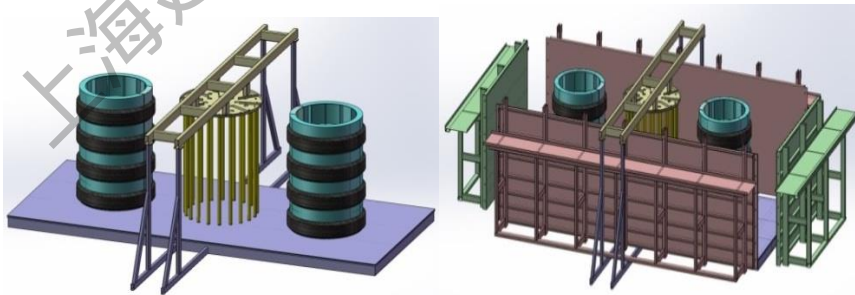


图 13 承台预制加工过程模拟

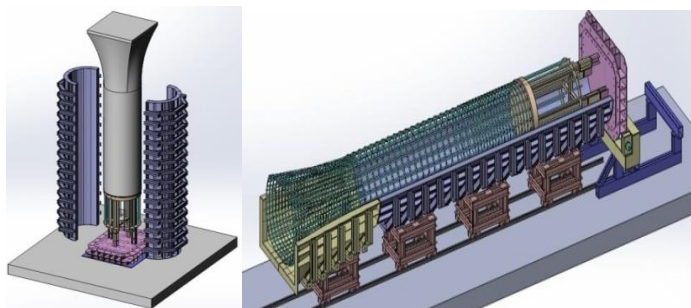


图 14 立柱预制加工过程模拟

### (2) 场地运输模拟

模拟预制拼装施工各构件的运输对施工现场和社会道路所产生的影响，提前发现存在的问题，并制定相应的措施。场地运输模拟如图 15 所示。



图 15 盖梁现场运输模拟

### (3) 施工进度与预制构件状态信息管理

在施工管理过程中，利用 BIM 技术搭建以 BIM 模型为载体的管理平台，进行施工进度模拟，以及全面跟踪记录预制构件状态信息，提高管理效率，降低管理成本，如图 16-图 17。



图 16 施工进度的模拟



#### 四、中环路内圈国定东路下匝道试点项目

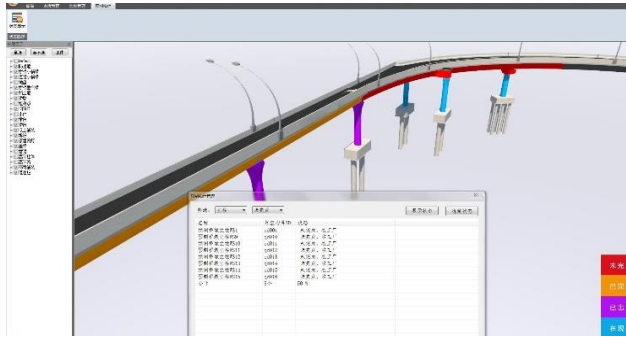


图 17 预制构件状态信息统计

#### (4) 钢结构节段扫描拼接

传统钢结构分段加工后须逐一在场内进行拼装，分析误差和线型。利用 3D 扫描技术，可对钢结构全断面进行快速数字放样，替代传统选点放样，使各分段预先进行数字模拟拼装成为可能。通过 3D 扫描自动形成数字化模型，精确进行全方位尺寸校核，模拟钢箱梁节段拼装，分析拼装误差，以及整体线形是否满足设计要求，是将来桥梁钢结构生产的趋势。具体见图 18。



图 18 钢结构扫描拼接

### （5）钢结构吊装模拟

吊装方案模拟系统是第一人视角开发的模拟系统。将制作吊装模拟的主动权交给了技术员，让技术员自主操作吊装模拟，对项目吊装技术方案起到优化作用，见图 19-图 20。



图 19 立柱翻转吊装模拟

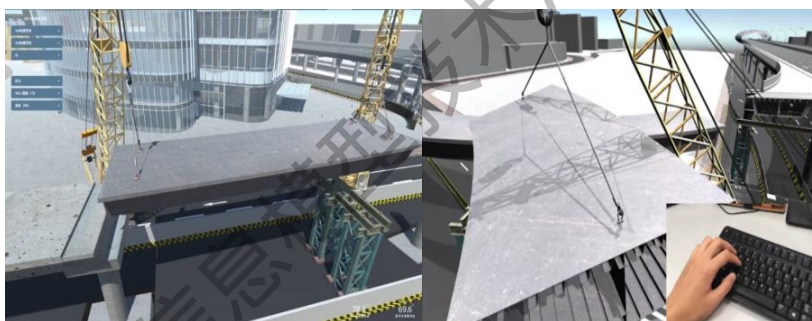


图 20 立柱翻转吊装模拟

### （6）钢筋自动翻样加工系统

基于 BIM 的预制构件钢筋深化设计与智能加工技术，通过基于 BIM 的三维深化设计保障钢筋翻样质量，避免冲突；通过二次开发根据钢筋模型自动生成钢筋加工单，直接导入钢筋加工设备进行自动加工，减少劳动力投入；通过综合管理信息平台对生产计划、材料使用和仓储物流进行统一管理，提高工厂生产效率和管理水平。如图 21-图 23。

#### 四、中环路内圈国定东路下匝道试点项目

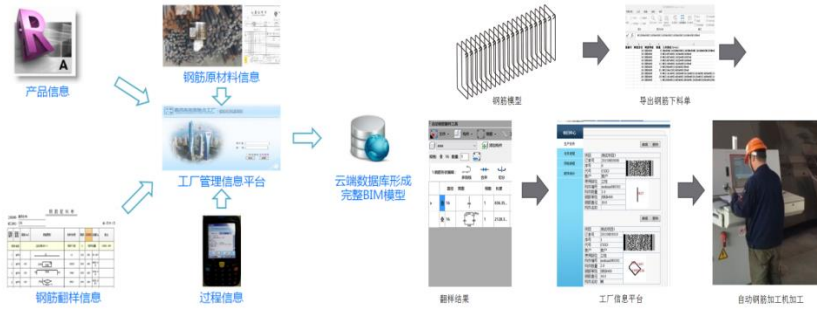


图 21 钢筋翻样顺序图

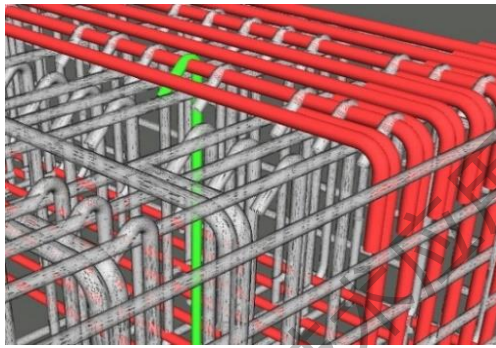


图 22 钢筋碰撞分析

钢筋Revit模型中尺寸						人工翻样尺寸	
编号	钢筋型号	钢筋直径	A	B	C	简图	计算长度
1	HRB400	32	336	6918	336		7.59
1a	HRB400	32	6900	0	0		6.9
1b (2600)	HRB400	32	336	2632	336		3.304

图 23 基于 BIM 的钢筋深化设计与人工翻样结果对比

#### (四) BIM 技术应用效益

根据以往的工程实际经验，我们在项目实施前即梳理了如下的工程“痛点”，在项目实施过程中始终围绕这些有价值的点应用点进行开发。

根据施工方统计，BIM 技术应用效益见下表 3 所示。

表 3 BIM 技术应用效益

项 目	数量（金 额）	与传统作业方式比较节约的比例
缩短工期（天）	65	5.8%
节约材料的价值（万元）	59	2%
节省的建造费用总额（万	195	2.42%

#### （1）基于预制拼装的 BIM 建模技术

在建模阶段，既充分考虑后期各种可能应用，对模型的划分和技术细节做规定，避免常见的根据现场应用调整甚至重建模型的问题。特别是模型的建立充分考虑了现场施工管理平台、预制拼装设计施工以及钢结构深化设计的需求。

#### （2）交安设施设计施工

在路桥工程中，交安设施布置是否合理、与周边是否匹配，常在施工完后才易判断。故临时、永久交安方案在设计、评审、施工、验收阶段始终在调整，增加了工程费用，延长了工期，是路桥工程典型的“痛点”。本工程计划利用 BIM 技术，建立国定东路下匝道工程临时和规划交安设施场景，在设计阶段即可模拟交通翻交时或工程建成后车辆和行人的通行视角，发现在平面图纸上不易察觉的各类设计问题，提升交通工程设计、评审、施工的效率。

#### （3）预制拼装施工

由于工程地处翔殷路国定东路路口，人车密集，为最大程度地缩短施工周期，减少施工对交通、周边地区环境的影响，本工程为首次在上海中心城区桥梁施工中采用预制拼装技术，被列为交通建设工程首批装配式示范点项目之一，也是杨浦区基础设施建设“双十”重大项目之一。预制拼装需要在后场完成预制，并在现场实施拼装，整个加工的流程和拼装工艺的设计、筹划、模拟、交底都可以使用 BIM 技术。此外，钢结构阶段的预拼装，如结合激光扫描的方式，也可以有类似的应用。

#### （4）钢筋自动化加工

这项应用是一种全新的尝试，基于两点前提：已有钢筋化自动加工设备，具备 BIM 模型输入设备直接生产的可能；预制拼装结构中钢筋和波纹管空间关系异常复杂，需要 BIM 建模作分析辅助设计。因此，在施工阶段，本次工程计划基于设

#### 四、中环路内圈国定东路下匝道试点项目

计图纸建立钢筋 BIM 模型，对冲突的钢筋和波纹管进行调整布置，得到钢筋大样模型，再将模型中钢筋信息输出成为特定表格样式，最后经钢筋加工机读取后自动批量对钢筋进行加工处理。上述技术路线在工程伊始便开始逐步依照实施。

##### (5) 管理平台

在长期的现场项目管理中，项目是动态变化的，诸如工程进度信息、形象进度信息、计划投资信息、设计变更信息实时更新，没有一个平台能汇聚所有现场管理所需信息，并能使管理人员方便。因此，在本次项目之初，根据建设单位提出的管理平台具体需求，设计院组织编写程序，利用 BIM 技术搭建以 BIM 模型为载体的管理平台，全面跟踪记录对比施工计划进度和实际进度，并以模型方式进行体现，使得施工进度一目了然，形象直观，也便于及时调整进度安排；同时也将设计前期文件、设计的图纸、设计参数、施工监控数据、施工环境监测数据以及预制构件状态信息等全部统一集中到平台管理，提高管理效率，降低管理成本。

#### (五) 经验总结

通过完成国定路项目 BIM 试点工作，在项目实施过程中积累 BIM 技术应用的经验，结合预制拼装项目的特点，总结如下：

- 1) 形成预制拼装桥梁结构 CATIA 建模标准流程，为以后类似桥梁 BIM 模型积累了经验，提供了参考依据。
- 2) 首次尝试在交安设施和临时交安设施的设计、审核、施工中全过程应用 BIM 技术，取得了较好的效益。
- 3) 探索了 3D 扫描技术在桥梁钢结构工程中的应用，为进一步研究应用打下了基础。
- 4) 完成了单机版项目管理平台软件开发，可以应用在后续项目上，提高管理效率，为进一步网络版开发奠定了基础。
- 5) 形成了钢筋翻样标准流程，为以后钢筋加工提供参考和依据。积累一定的吊装模拟经验，为以后预制拼装吊装工程提供参考，并提供模拟方向及建模方式。
- 6) 项目组织结构应以业主单位为牵头单位，以便协调各方资源，也能更好统筹全局。



## 五、上海国际旅游度假区核心区管理中心工程

### （一）项目概况

#### 1. 项目基本情况

本项目位于上海国际旅游度假区的南侧主入口，基地南侧为南围场河。由于有将市区与园区分隔开来的围场河和交通量较大的航城路，因此需要对面向市区方向的建筑的正面形象加以充分考虑；基地北侧为南环路和酒店用地。本设施主要面向上海国际旅游度假区的游客、园区的管理办公、展览会议中心的客户；基地东侧为市政设施用地，再往东为 SOHO 创意园区与奥特莱斯；基地西侧为南入口大道以及公共交通枢纽用地。

项目总用地 22590 平方米，拟建一栋高层建筑，其功能由游客服务中心、会议会展中心、行政与商务办公、配套商务及停车场等组成，地上 10 层、地下 3 层。项目总建筑面积 94847 平方米；地上总建筑面积 45537 平方米，地下总建筑面积 49310 平方米。上海国际旅游度假区核心区管理中心工程

#### 2. 工程特难点分析

1) 建筑外立面与迪士尼园区协调：项目位于迪士尼乐园南侧，主题乐园城堡与本建筑隔河相望，并且与迪士尼主题乐园酒店仅相隔一个交通环岛。因此，本项目大楼外里面需与乐园周围环境相协调。

2) 配合周边工程现场布置变更频繁：由于场地限制，工程现场布置用地有限，在利用逆作法施工 B0 板的基础上，除去车辆行走道路，现场办公室、仓库等摆放空间狭小。并且，根据工况要求，B0 板部分区域在上部结构施工时，其上大临设施需搬移；另外，园区内大量工程同步开展，包括市政道路，现场围墙变动导致临时设施摆放空间时有变动。

3) 工期紧张，上下同步施工：本工程地下室土方开挖量约为 35 万立方米，其中主楼区域土方量约为 8 万立方米。由于采用上下同步施工，在地下室挖土过程中，主楼上部结构同步需进行施工。因此，无法在主楼范围直接设置取土洞口，挖土难度相当大。

4) 平台协同工作：在项目开始前着手策划 BIM 运用方案，制定 BIM 运用管理流程和标准，搭建 BIM 管理平台，方案设计、初步设计、施工图设计、施工准备、施工实施和运维管理全过程根据需求及功能引用不同管理平台协同工作，由业主分配权限和各参与方工作界面，完成项目管理。

## (二) BIM 技术应用模式

### 1. 应用目标

- 1) 通过方案及性能分析，实现决策可控；
- 2) 通过三维协调，实现设计可控，提高设计图纸质量，减少设计变更；
- 3) 利用建筑信息模型及管理平台进行不同专业之间协同，创建虚拟沟通路径，提高对工程设计协调、施工管理和成本的控制能力；
- 4) 应用三维建筑模型的建筑信息和运维信息，提高运维管理水平。

### 2. 组织架构

- 1) 业主：BIM 总监 1 人，BIM 项目经理 1 人，BIM 工程师 4 人；
- 2) 咨询机构：VDP 负责人 1 人，专业工程师 2 人；  
软件负责人 1 人，BIM 工程师 2 人；  
项目管理平台负责人 1 人，BIM 名工程师 3 人；  
Trello 平台管理员 1 人，平台维护工程师 1 人；
- 3) 总承包：BIM 项目经理 1 人，各专业 BIM 负责人各一人；
- 4) 监理单位：BIM 负责人 1 人，平台操作员 2 人，现场对口人员 2 人；
- 5) 各专业分包：BIM 负责人 1 人，相关 BIM 人员配备齐全。

### 3. 分工职责

本工程 BIM 技术应用由业主主导，由业主制订 BIM 应用总体方案，提出 BIM 应用范围、应用深度要求和应用目标，设计、监理、施工（含总承包）、材料供应商、运维等单位协同参与，各参与单位 BIM 技术应用由业主方进行授权和控制，按业主统一要求进行，BIM 应用成果报业主单位审核确认。

业主通过招投标合同条款对参建方 BIM 能力及实施进行约束，建立管理平台、

添加管理成员、分配管理权限来实现项目图档管理、轻量化模型浏览、文件管理、流程管理等多方协作，达到项目高效管理的目的。

根据业主授权，不同阶段由相应单位（包括业主）作为阶段性组织者，受业主监督审核，分配相关任务至各协同单位。各单位总体职责划分如图 1 所示。

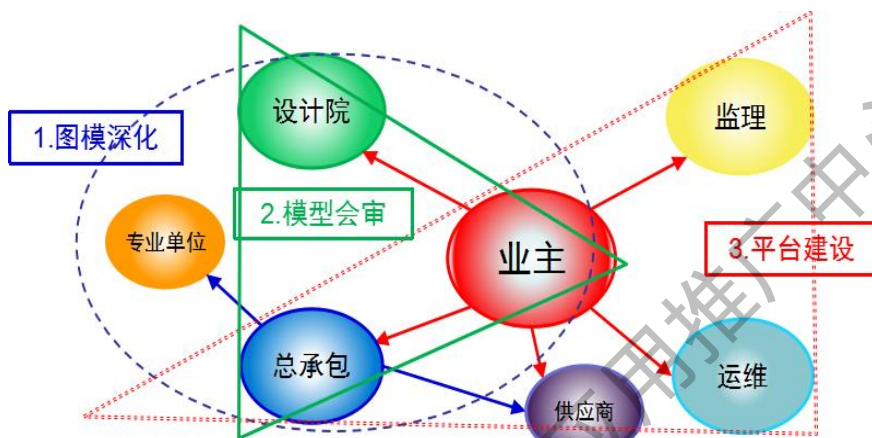


图 1 项目参建各方 BIM 工作模式

(1) 建设单位：

- 1) 参与企业 BIM 项目决策，制定 BIM 工作计划；
- 2) 建立并管理 BIM 团队，确定各角色人员职责与权限，并定期进行考核、评价和奖惩；
- 3) 监督并协调 IT 服务人员完成项目 BIM 软硬件及网络环境的建立；
- 4) 确定项目中的各类 BIM 标准及规范，如大项目切分原则、构件使用规范、建模原则、专业内协同设计模式、专业间协同设计模式等；
- 5) 负责对 BIM 工作进度的管理与监控。

(2) 总承包单位：

- 1) 组织、协调人员进行各专业 BIM 模型的搭建、建筑分析、二维出图等工作；
- 2) 负责各专业的综合协调工作（阶段性管线综合控制、专业协调等）；
- 3) 负责 BIM 交付成果的质量管理，包括阶段性检查及交付检查等，组织解决存在的问题；
- 4) 负责对外数据接收或交付，配合业主及其他相关合作方检验，并完成数据和文件的接收或交付；
- 5) 运用 BIM 技术展开各专业深化设计，进行碰撞检测并充分沟通、解决、记录。

## 五、上海国际旅游度假区核心区管理中心工程

(3) 监理单位:

- 1) 日常模型流转监督;
- 2) 管理平台资料上传、审核、整理;
- 3) 现场与 BIM 模型比对工作。

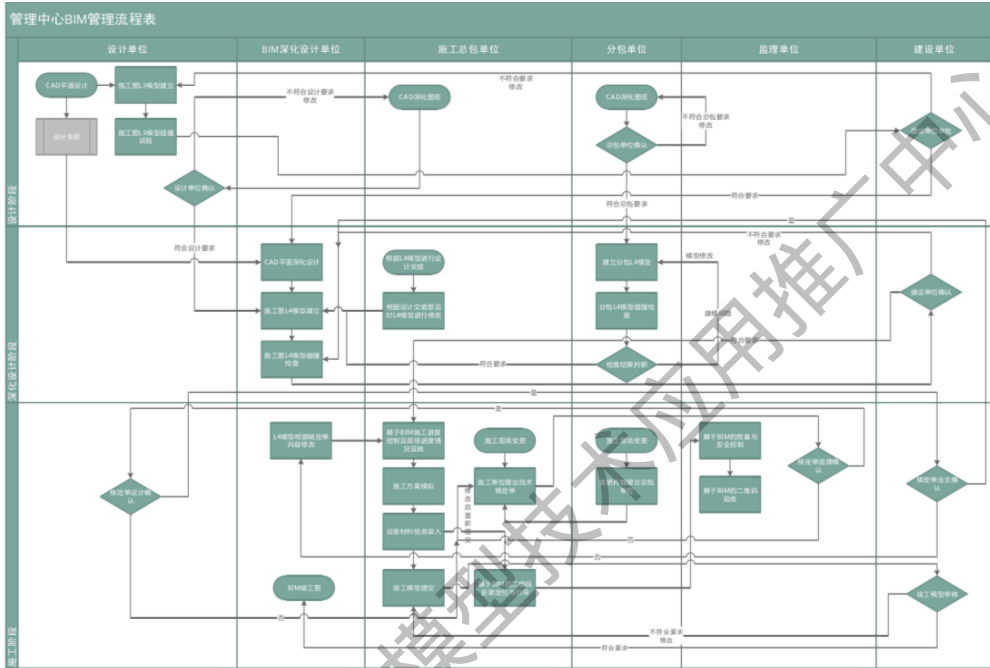


图 2 各参建方的工作流程图

### (三) BIM 技术应用内容

不同应用阶段的 BIM 技术应用点、亮点及应用成果介绍如表 1 所示。

表 1 不同阶段的 BIM 技术应用内容

阶段	BIM 技术应用内容	交付物
方案设计阶段	场地分析	场地模型、场地分析报告
	设计方案比选	方案模型、方案比选报告
	LEED 方案分析	LEED 比选报告
	室外风环境模拟、建筑能耗模拟分析、室内自然采光模拟	相关分析数据

阶段	BIM 技术应用内容	交付物
初步设计阶段	建筑、结构平立剖检查	初设模型（限建筑结构）
	辅助施工图出图	初步施工图
	面积明细表统计	初设模型、面积明细表
	初步设计模型碰撞检查	碰撞检查报告
施工图设计阶段	建立施工图阶段建筑信息模型	施工图阶段建筑信息模型
	冲突检测、管线综合	冲突检测报告；调整后的各 专业模型
	净高检查	调整后的各专业模型，净 高 分析报告
	辅助出图	设计出图模型、建筑施工 图
施工准备阶段	深化设计	施工深化模型、深化施工 图及节点图
	管理平台搭建	申迪项目管理平台
	交流平台搭建	Trello 平台
	施工进度模拟	动态模拟视频
	场地布置	各场布置模型
施工实施阶段	虚拟进度和实际进度比对	各阶段施工进度计划
	质量与安全管理	上传平台的资料
	材料统计	材料清单
	构建竣工模型	竣工模型

### 亮点 1: VDP 模型应用

交付成果：总体 VDP 模型、幕墙样板 VDP 模型

VDP（虚拟决策平台），项目整体虚拟模拟，将“可视”升级为虚拟空间模拟，效果大大增强。可模拟项目效果、材质替换、运维管理、智能导航、应急预案、人

## 五、上海国际旅游度假区核心区管理中心工程

性化功能、灯光日夜替换和景观四季变化等，根据决策达成的共识，更新修改场景，形成项目目标模型。例如：本项目裙楼幕墙形式复杂，尤其是裙楼 D 系统幕墙样式及选材多方意见无法达成一致，各方协商在幕墙样板施工之前，利用虚幻 4 引擎进行虚拟现实对比分析，将 8 种材质反映在 VDP 模型中，进行效果比选确定，减少了样板修改量。



图 3 幕墙 VDP 模型图

### 亮点 2：逆作法大型设备行走路线模拟

交付成果：设备行走安装动态模拟视频

由于项目采用上下同步逆作法施工，BO 板封闭，仅留下下沉式广场及取土洞口作为地下室设备吊装洞口，且由于施工工期紧张，各专业施工穿插进行，初装工程砌体结构多处施工，机电大型设备进场及安装难度加大，为保证设备行走路线的合理性及可行性，对行走路径和安装形式进行了动态模拟。

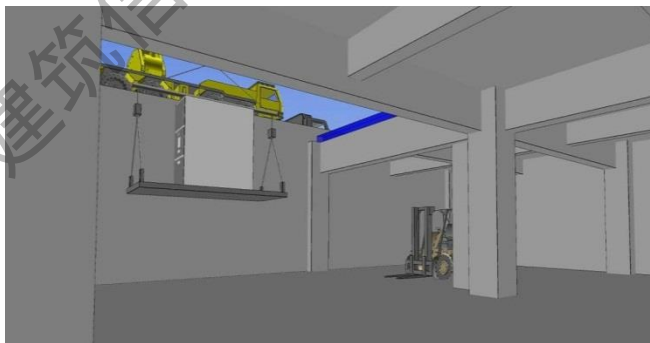


图 4 设备行走安装模拟

### 亮点 3：幕墙单元板块参数化建模

本项目主楼 A 系统为单元幕墙，形式相对统一，但在转角等局部位置有微小差异，并且由于现场结构及埋件偏移，对单元板块需做微调，利用 Digital Project

参数化建模，可通过数据调整，单元板块进行调整，并且自动生成加工料单，在单元板块安装时，可采用 DP 模型进行三维交底。

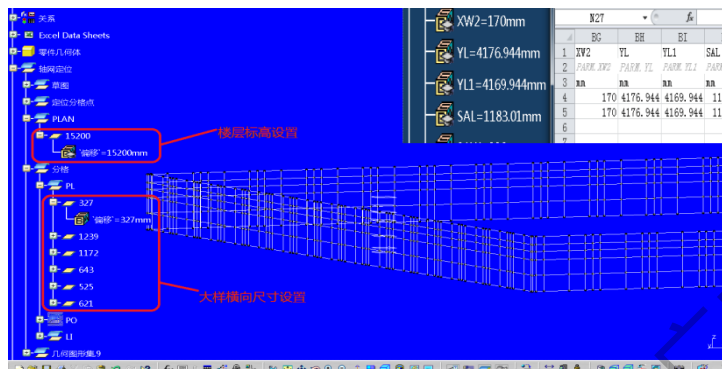


图 5 幕墙单元板块参数化建模

#### 亮点 4：精装 BIM 应用（包括 VR 应用）

交付成果：标准层公共区域、多功能厅、大堂公共区域精装修 VR 方案

在本项目上我们尝试利用虚拟现实（VR）技术使用 Unity 引擎在实体样板间未建成之前，凭借图纸搭建虚拟现实样板间，通过 VR 硬件设备 HTC vivo 使项目参与人员可以 720 度观察虚拟方案并且可以在虚拟空间内“随意走动”。通过 VR 技术给予项目参与人员与实景样板间接近的空间体验感同时大大减少了方案决策的时间成本以及方案制作的经济成本。

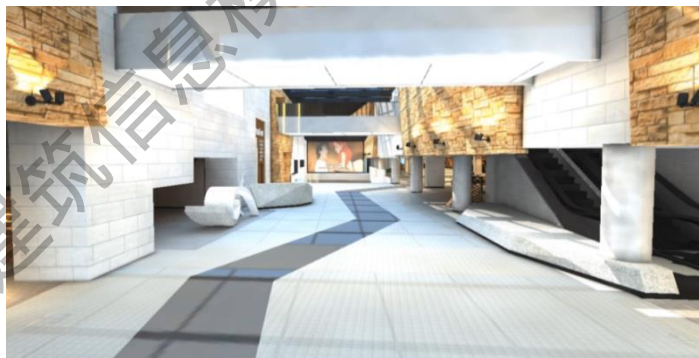


图 6 精装修 VR 应用

#### 亮点 5：施工阶段平台应用

交付成果：具有完整信息的项目管理平台

在本项目上将 BIM 模型导入申迪项目管理平台通过管理平台进行日常项目管理工作；此外在模型导入后通过 WBS 管理将项目进度与模型关联进行进度模拟协助业主进行施工方案决策；同时要求项目各参与单位（设计、施工和监理单位）将



## 五、上海国际旅游度假区核心区管理中心工程

项目过程中的现场旁站照片、质量验收单、隐蔽验收单等资料上传平台保证项目资料的完整性和及时性。



图 7 施工阶段项目管理平台

### 亮点 6：运维阶段平台运用

交付成果：具有完整运维信息的运维管理平台

在本项目尝试使用 BIM 模型来辅助日常运维管理，通过建设阶段对于运维内容的充分考虑解决运维阶段时常碰到的数据对接以及资料收集等问题；通过富有完整信息和资料的 BIM 模型以及平台解决运维资料不完整、不准确和易丢失等问题；通过具有便捷操作流程的运维管理平台将原有的粗放式管理逐步向精细化管理推进。

### 亮点 7：无人机巡查和建模

交付成果：日常巡查照片和点云扫描建模成果

本项目的日常项目管理中考虑到传统人工巡查或者监控巡查的局限性，我司尝试在巡查过程中使用无人机辅助巡查从而在一定程度上减少由于人工和监控巡查的局限性导致的巡查死角。同时在本项目上尝试使用无人机倾斜摄影后点云扫描建模，通过建模成果还原现场情况并将在建项目 BIM 模型放入点云扫描成果后做到现场环境与在建项目的结合辅助方案决策。

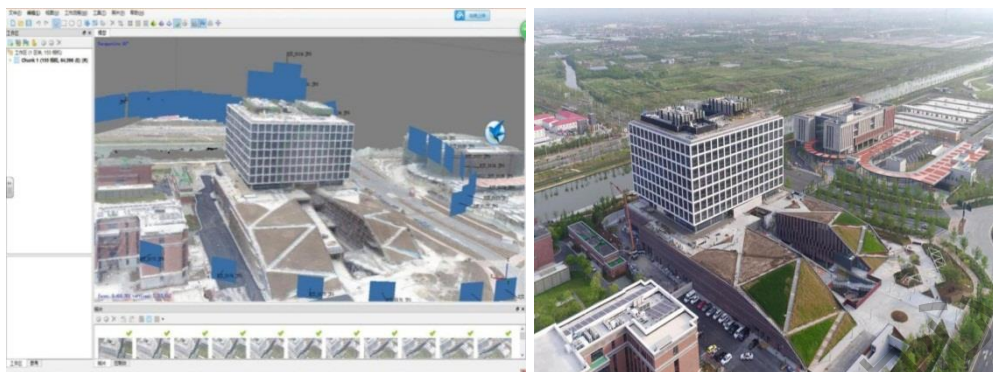


图 8 无人机点云扫描建模

### 亮点 8：放样机器人

成果：相较于传统机电管线施工，借助 CAD 图纸使用卷尺等工具纯人工现场放样的方式，存在放样误差大、无法保证施工精度，且工效低。现项目引进了 BIM 放样机器人—天宝 RTS773，利用其快速、精准、智能、操作简便、劳动力需求少的优势，将 BIM 模型中的数据直接转化为现场的精准点位。



图 9 机器人放样

### 亮点 9：以业主主导的 BIM 全生命期应用

为提高上海国际旅游度假区核心区管理中心项目的建设管理水平，项目建设方在建设过程中以业主主导模式应用 BIM 技术进行管理。针对建设方应用 BIM 的需求和特点，提出了跨平台的多方参与的协同管理模式，开发了“基于 BIM 的申迪项目管理平台”和“基于 BIM 的申迪运维管理平台”并应用于实际工程中，编制了“上海国际旅游度假区 BIM 技术应用规则”并加入项目招标文件和投标文件中保障项目 BIM 管理的顺利进行。通过创建和管理项目各阶段各专业的 BIM 模型，实现了项目从设计、施工到运维的全方位 BIM 应用。

## (四) BIM 技术应用效益

(1) 减少设计变更：在设计阶段采用 BIM 决策，目前，项目主体结构封顶，机电工程施工 70%，发生的设计变更仅 2 项，分别为人防审图意见和运营商要求进行被动变更。

(2) 提前解决碰撞问题：设计阶段 BIM 工作发现的碰撞点，我司将根据 BIM 模型碰撞检查后发现的错、漏、碰问题，及时反馈给造价咨询单位，造价咨询单位根据统计的碰撞点，按照合同清单及报价进行相关的费用测算。对于图纸错误，则测算因此而减少的返工（被索赔）费用，对于漏项问题，则计算各项增加的成本。从而对采用 BIM 后减少设计变更对业主方成本控制的价值进行测算。

(3) 加快施工进度：在施工过程中，详细记录利用 BIM 技术进行施工管理后各主要工作的施工效率，与传统施工方法的经验数据进行对比分析，研究施工过程 BIM 管理产生的工期效益。

个案分析：

### 1) 场地布置优化

由于工程周边道路、河道及既有建筑物限制，施工现场场地有限，车辆出入、材料堆放等均需考虑得当，才能保证工程施工顺利进行。通过现场场地布置预演可减少实际人工、机械搬运量，在不影响施工的前提下，充分利用有限场地。减少大量设备移动费用及大临搬运期间占道、占地的时间，加快工程进度，节约施工成本。



图 10 场地布置优化

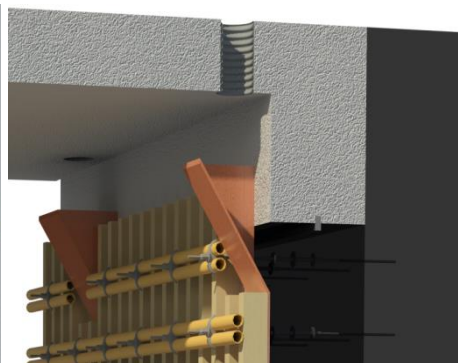


图 11 逆作法节点优化

### 2) 逆作法节点优化

通过建模分析，将逆作法竖向结构回灌节点进行改进。传统竖向结构回筑采用下料漏斗绕柱一圈，浇筑完成后上部柱体整体成漏斗状，需要后期凿除；改进后，

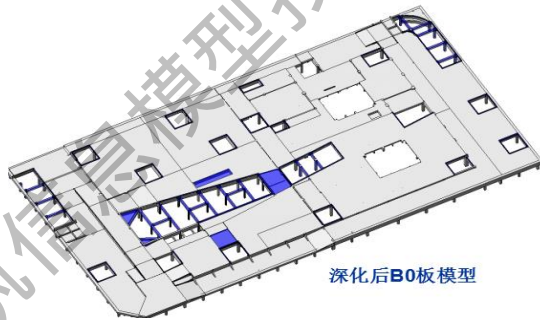
在柱顶支设两个小型下料漏斗，柱子回筑完成后，仅多出两个类似牛腿状构造，可直接切除。

表 2 逆作法节点优化统计

序号	项目名称	原方案				优化后				节省成本
		单位	数量	单价	金额（元）	单位	数量	单价	金额（元）	
1	簸箕口施工（砼、模板）	个	1837	300	551100	个	3674	80	293920	257180
2	簸箕口凿除、修补	个	1837	200	367400	个	3674	60	220440	146960
3	砼材料费	m <sup>3</sup>	540	300	162000	m <sup>3</sup>	137.775	300	41333	12067.5
4	合计									524807.5

3) 支撑洞口优化

通过模型分析，对 B0 板洞口及支撑位置进行优化布置，节省相关施工和拆撑量，同时有效节约工期。



地下二层支撑取消减少费用

序号	项目名称	单位	数量	单价	金额（元）
1	支撑砼施工	m <sup>3</sup>	221.15	40	8846
2	钢筋绑扎费	t	33.173	155	5142
3	支撑模板	m <sup>2</sup>	3674	60	220440
4	砼材料费	m <sup>3</sup>	221.15	300	66345
5	钢筋材料费	t	33.173	3000	99519
6	砼凿除	m <sup>3</sup>	221.15	220	48653
7	砼外运	m <sup>3</sup>	221.15	150	33173
合计					482117.32

图 12 基于模型洞口及支撑位置优化

### (五) 经验总结

在项目开始前着手策划 BIM 运用方案，制定 BIM 运用管理流程和标准，搭建 BIM 管理平台，方案设计、初步设计、施工图设计、施工准备、施工实施和运维管理全过程根据需求及功能引用不同管理平台协同工作，由业主分配权限和各参与方工作界面，完成项目管理，并建立专业的交流平台方便各方交流与内容留底。

(1) 方案设计阶段：主要 BIM 工作是运用建筑信息模型来完成各项建筑性能分析，完成设计方案的优化，保证建筑风格与迪士尼乐园相协调，并分析了日照、风环境和建筑全年建筑能耗。通过各单项的建筑性能分析保证建筑方案满足绿色两星、LEED 金奖要求。

(2) 初步设计与施工图设计阶段：主要运用建筑信息模型的碰撞检测和三维管线综合功能，找出一些设计碰撞和设计纰漏，提出优化意见，在施工图阶段把这些问题解决，避免在施工阶段出现该类问题而影响施工进度。

(3) 施工准备及施工阶段：在完成了顺作法改逆作法设计图纸深化与模型修改后，BIM 工作在实际施工前开展，即通过对建筑信息模型完成施工组织设计的优化工作，并对具体复杂部位模型分拆和分析，完成虚拟施工，演示模型应当表示工程实体和现场施工环境、施工机械的运行方式、施工方法和顺序、所需临时及永久设施安装的位置等，提高施工方案审核的准确性，实现施工方案的可视化交底。

(4) 运维管理阶段：重点工作是打通 BIM 模型与传统运营平台的数据端口，实现数据交换。我们采取开发 BIM 运维模块的方式，将运维平台端口和 BIM 运维模块端口打通，实现 BIM 运维。

## 六、宝钢总部基地项目

### (一) 项目概况

#### 1. 项目基本情况

宝钢总部基地项目于 2016 年 5 月被上海市列为第四批“上海 BIM 技术应用试点项目”。本项目是宝钢集团社会投资项目，项目起止时间为 2011 年 12 月 28 日至 2016 年 12 月 31 日。项目性质为商办楼，1#、2#、3#楼位于世博 B 片区 B02、B03 地块内，建设地址在世博大道 1859 号。其中 1#楼为主楼，楼高 120m，地下总体设置 4 层、地上 24 层；2#、3#楼为辅楼，高 50m，地下按总体设置 3 层、地上 9 层。总用地面积 17351m<sup>2</sup>，总建筑面积 144132m<sup>2</sup>，项目总投资为 314197 万元。

宝钢总部基地项目通过数字化、信息化手段，融合设计、施工、运营等阶段全过程，旨在打造一个全生命周期的工作机制及信息化管理平台，实现以下目标：将 BIM 技术为基础的工程管理模式融入到传统模式中；通过严格执行工程协调工作流程，切实前置解决工程问题；实现计划与量的关联，解决现场管理难题；完成成本管理研究，为工程结算提供参考依据；编制完善合理的应用标准，为企业乃至行业提供 BIM 技术实施指南。



图 1 宝钢总部基地项目效果图



### 2. 工程特难点分析

#### (1) 管理方面

本项目位于世博园区，临近上海世博会中国国家馆，地理位置重要，施工过程中对环境影响要求较高；项目地上为钢结构建筑，施工难度大；项目建筑面积较大、施工工期紧、施工任务繁重、从设计施工至竣工项目前后跨度大，施工进度管理难度大；本项目为宝钢集团社会投资项目，参与实施单位众多，存在信息对接滞后，各方需求不能及时有效沟通的问题，项目管理和协调难度大，需要透明化、集成化管理，才能实现最大化满足各方需求。

#### (2) 技术方面

技术实施难度大。本项目最高建筑地上楼层高达 120 米，地上采用钢结构建筑，相比混凝土结构，施工质量问题复杂，钢结构对现场安装要求高，项目施工技术难度大；钢材费用稍高，在建设过程中对成本预算的准确性要求较高，而现阶段传统的工程算量不能达到非常精准的程度，成本控制难度大；本项目为世博园区高档商业办公楼，对室内净空高度及后期运营维护的要求较高。

综上所述，结合本项目特点，引入 BIM 技术，辅助进行项目设计、施工及运营维护，实现项目全生命周期 BIM 应用，利用专业的 BIM 软件，实现工程管理、进度管理和成本管理，提高设计和施工效率，解决管理和技术难题。

## (二) BIM 技术应用模式

### 1. 应用目标

本项目通过 BIM 技术的应用以实现工程的数字化管理、以 BIM 技术为载体，改善传统工程管理模式、提高现有工程管理效率的目标。

首先，利用 BIM 辅助工程实施的过程中，建立了完整的 BIM 模型，并结合模型开展了设计院内部专业审核、净高分析，充分利用空间，确立了合理的净空高度。

第二，利用机电深化 BIM 模型开展碰撞检查，将相关工程问题前置解决，及时将设计变更反映进入模型中，实现设计变更、设计修改与 BIM 模型的实时联动。

第三，在模型中配置了施工计划及每月实际回填情况，在工程会议上运用 BIM 模型检查工程进展。



第四，对复杂部位的施工方案进行 BIM 模拟，对大件设备的运输就位通道进行 BIM 模拟，优化施工资源的使用以及进行场地的合理布置，对整个工程的施工进度、资源和质量进行统一管理和控制，达到了缩短工期、降低成本、提高质量的效果。

## 2. 组织架构

本项目 BIM 实施由宝地置业主导，项目公司、BIM 顾问、方案设计公司、设计院、总承包及软件供应公司等参与方组成。组织架构如下图所示，本架构层次分明，各参与方协同工作，各司其职。

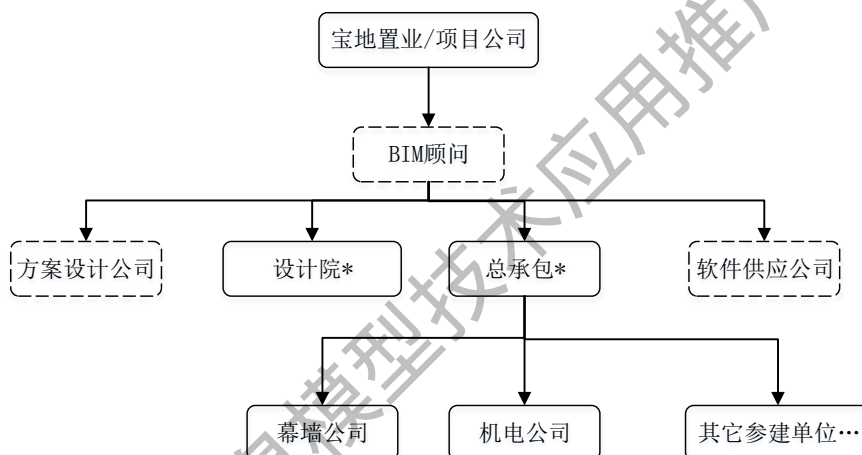


图2 宝钢总部基地项目组织架构

## 3. 参与单位与分工职责

### a) 参与单位

本项目 BIM 实施主要参与单位共计 5 家，分别为：

项目公司：宝钢集团（上海）置业有限公司

BIM 咨询单位：华东建筑设计研究院有限公司

设计单位及设计阶段 BIM 单位：上海建筑设计研究院有限公司

施工总包及施工阶段 BIM 单位：上海建工集团股份有限公司

软件公司：广联达科技股份有限公司

### b) 项目公司职责

- 1) 统筹全周期的 BIM 工作，提出项目 BIM 需求；

## 六、宝钢总部基地项目

---

- 2) 提供项目前期资料，组织、策划、制定项目目标；
- 3) 推动督促本项目 BIM 工作的开展。
- c) BIM 咨询单位职责
  - 1) 针对项目特点和要求制定 BIM 实施细则及项目标准并贯彻实施；
  - 2) 制定项目实施技术路线；指导各参与方的 BIM 实施及应用；
  - 3) 完成 BIM 成果（含 BIM 竣工模型）的收集并进行成果审核；
  - 4) 跟踪推进项目进展；
  - 5) 针对 BIM 项目特点及需求拓展应用。
- d) 设计院职责
  - 1) 根据业主提供的需求进行方案、施工图等设计；
  - 2) 在项目设计阶段利用 BIM 技术完善、优化相关阶段图纸中所出现的问题；
  - 3) 根据工程解决方案，对图纸设计中出现的问题进行变更，并出具变更单；
  - 4) 对施工阶段反映的问题进行变更，并逐一落实在 BIM 模型中；
- e) 施工总包职责
  - 1) 对各分包参与方的职责与范围做好约束，并将约束内容反映进入合约中；
  - 2) 根据顾问单位提供的咨询意见并结合建设单位的需求确定最终的项目实施方案；
  - 3) 按照实施计划组织协调设计、施工、平台、算量、等各方面的实施过程。
- f) 设计阶段 BIM 实施单位职责
  - 1) 根据图纸进行 BIM 模型搭建，并出具相关报告；
  - 2) 根据业主提供的意见及各审批单位意见对模型进行修改；
  - 3) 完成对施工单位的图纸及 BIM 模型的交接工作。
- g) 施工阶段 BIM 实施单位职责
  - 1) 负责完成施工深化阶段模型的深化工作，并整理问题报告；
  - 2) 协调安排本单位及格分包单位开展 BIM 工作的具体事宜；
  - 3) 完成本项目 BIM 具体实施工作。
- h) 软件公司职责
  - 1) 提供稳定可靠的软件支持，并根据业主需求进行二次开发，用来满足数据的对接、整合，工程量计算，施工进度模拟以及成本管理，并提供软件的操作培训。

#### 4. 工作流程

本项目 BIM 参与方众多。为使项目得以顺利进行，各司其职，需要制定分阶段严格的项目执行流程，便于项目进行实施管理。

设计阶段和施工阶段 BIM 工作流程如下：

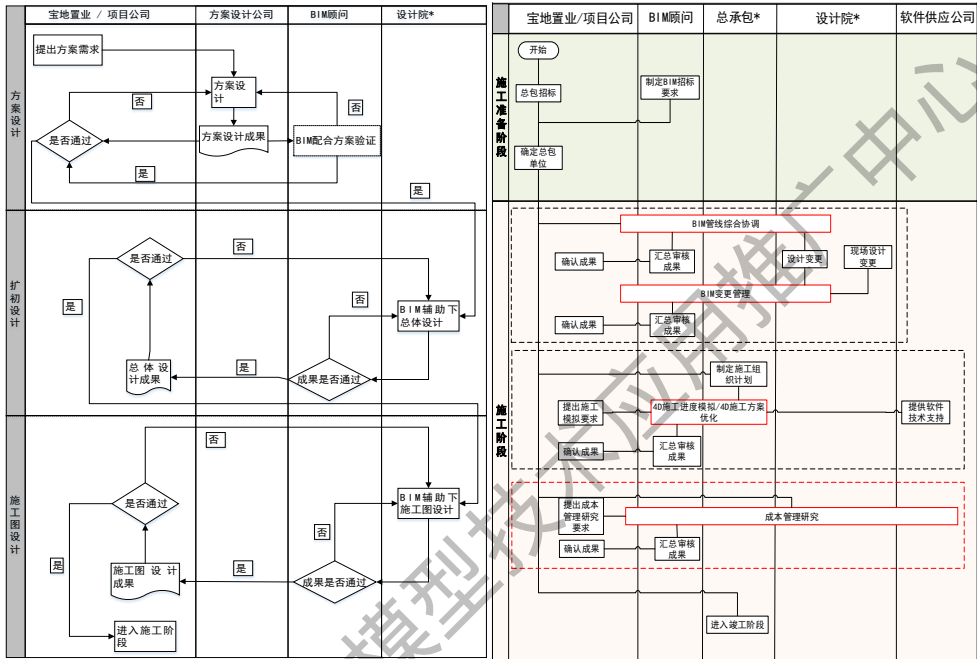


图 3 设计阶段 BIM 工作流程

图 4 施工阶段 BIM 工作流程

（注：流程图中，虚框表示“或”的关系，三方都可以承担这一责任）

#### 5. 关键技术路线：

(1) 工程管理：在项目 BIM 规划阶段制定好各阶段 BIM 应用点的工作流程，同时规范好各方职责；选择一款具有文档管理，模型管理，任务管理等功能的 BIM 协同工作平台，有利于 BIM 工作的顺利实施，提高工作效率。

(2) 碰撞检查，净高分析和管线综合：依据设计图纸，在 Revit 中进行土建，机电模型的搭建，后根据业主需求进行管线综合；在 Revit 中进行净高分析及碰撞检测，将问题严重的部位截图整理汇总为 PDF 版碰撞报告；将导出的 DWFX 文件导入 Navisworks 中，用于可视化的展示及碰撞协调工作，并保存为 nwd 格式文件。

(3) 4D 进度模拟：借助广联达 BIM5D 插件从 Revit 中导出 E5D 格式模型文件，将 E5D 格式文件导入到 BIM5D 中，实现进度模拟并得出进度量，后从 BIM5D

## 六、宝钢总部基地项目

中导出 P5D 格式文件。总承包利用相关软件进行 4D 模拟，安排出合理的施工进度计划，并将实际计划回填。通过 4D 施工进度模拟得出实际进度与计划的差异，实现项目计划与工程量的关联。

(4) 5D 成本管理：按照建模要求在 Revit 中进行现浇混凝土模型搭建，将搭建的模型保存为 GFC 格式文件，导入广联达兴安得力中进行适量的模型补充，并保存为 IGMS 格式文件，将格式文件导入到广联达 BIM5D 中，进行分部分项工程量的计算，并关联清单，最终保存为 P5D 格式文件。

### (三) BIM 技术应用内容

#### 1. 3D 工程管理应用

##### (1) BIM 管线综合协调的应用

项目建立了完整的 BIM 模型，利用模型直接开展碰撞协调工作，将相关工程问题前置解决，此过程分三步走。第一步是 BIM 施工问题协调，实施方与深化单位开展联合办公，针对碰撞问题进行分类并做碰撞协调，根据碰撞严重性将碰撞分为普通碰撞，二级碰撞和一级碰撞；第二步是通过 BIM 模型开展碰撞协调会，经讨论定夺重大问题的解决方案、责任人及模型修改提交时间，并将相关资料提交至各实施方；第三步是 BIM 解决方案修改及跟踪管理，实施方自查模型修改情况后提交顾问核查，BIM 顾问最终根据现场答复回填实际解决方案。本项目对 BIM 碰撞问题进行了详细的统计，生成了 BIM 报告追踪单。通过追踪单，真正做到图纸、模型、现场的三方一致性。

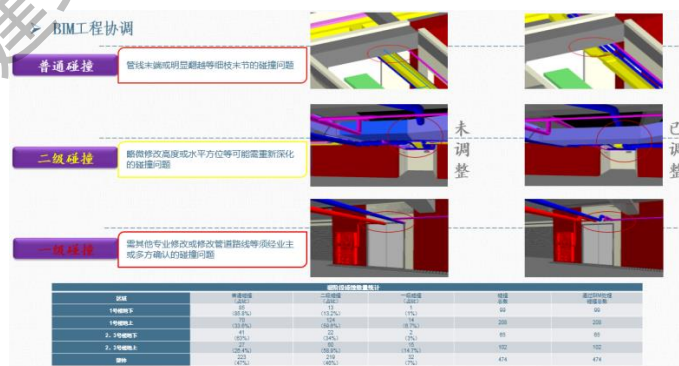


图 5 BIM 管综协调应用示意

## （2）变更管理的应用

BIM 模型在施工阶段，应依据工程变更文件和图纸、专业深化设计成果，进行同步更新；同时，应随着工程的实际进展，完善模型在施工图模型中尚未精确完善的信息。更新频率应根据工作实际情况进行调整，以保证模型在使用时为最新模型。收到设计变更后，在设计变更汇总统计表中进行统计整理，并分发至各实施方进行模型变更，将变更结果反馈至设计变更汇总统计表。

宝钢总部基地项目（2、3号楼）设计变更统计汇总—建筑专业										
序号	楼号	变更内容	设计变更原因分类					变更日期	是否影响其他专业BIM模型	是否已反映进BIM模型
			设计变更	洽商	其他	其他	其他			
1	2号楼1层	2、3号楼机电系统调整					2014.06.20	是		
2	2号楼2层	2号楼地下室一层大堂					2014.06.20	是		
3	2号楼4层	2号楼地下室二三层设备					2014.07.10	是		
4	2号楼4层	2、3号楼机电系统					2014.07.21	否		
5	2号楼7层	2号楼地下室二三层设备					2014.11.28	是		
6	2号楼4层	2号楼地下室机电系统调整					2014.12.20	是		
7	2号楼7层	2、3号楼机电系统					2014.12.17	是		
8	2号楼4层	2号楼地下室二三层设备					2014.12.29	是		
9	2号楼4层	2号楼地下室机电系统调整					2014.12.29	否		
10	2号楼1层	2号楼地下室机电系统调整					2014.04.20	是		

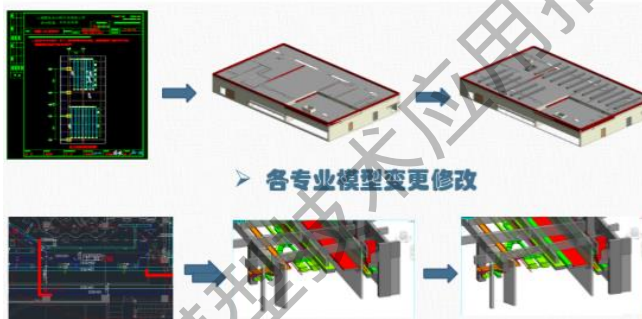


图 6 BIM 变更管理示意

## 2. 4D 进度管理

4D 进度管理，是应用 BIM 模型对工程进度进行管理，实现工程量与计划（时间）的关联。

### （1）BIM 派工单的应用

为满足业主关于施工进度管理的需求，运用可视化的 BIM 技术来进行现场管理，把施工进度管理这一应用点通过派工单这一形式来实现，并利用 BIM 技术可视化这一手段对现场进行派工，把下阶段需要完成的工作，已经完成的工作和正在做的工作等在模型中用不同的颜色显示出来，便于安排施工，可提高施工效率。总承包在开会时既可以利用派工单这一形式进行任务派发，有效提升了现场工作区域的辨识度以及管控效率。下图是可视化派工单形式。

## 六、宝钢总部基地项目

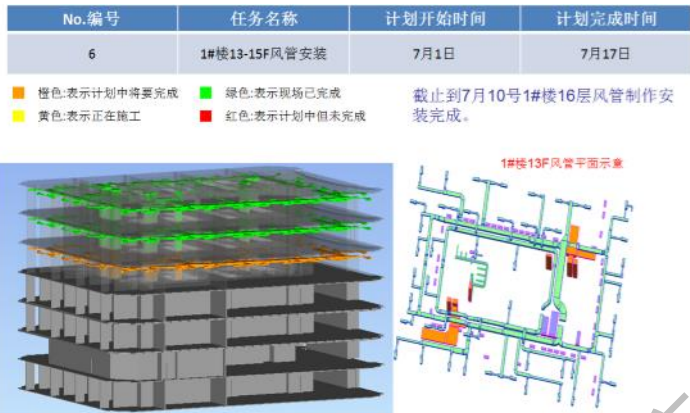


图 7 BIM 派工单示意图

### (2) 4D 施工进度模拟的应用

借助 BIM 5D 插件从 Revit 中导出 E5D 格式模型文件，将 E5D 格式文件导入到 BIM 5D 中，实现进度模拟并得出进度量，后从 BIM 5D 中导出 P5D 格式文件。总承包利用相关软件进行 4D 模拟，安排出合理的施工进度计划，并将实际计划回填。通过 4D 施工进度模拟得出实际进度与计划的差异，实现项目计划与工程量的关联。

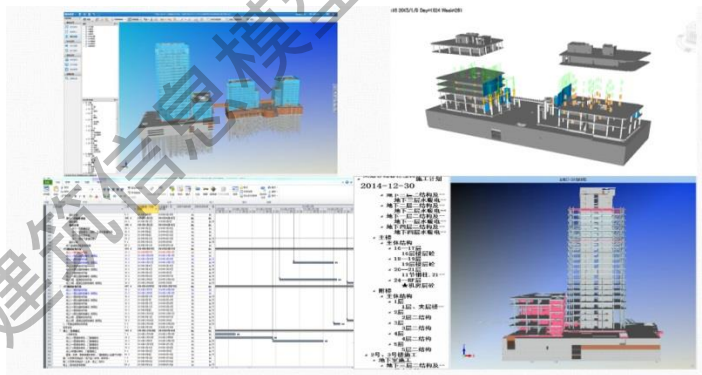


图 8 BIM 施工进度模拟示意图

### (3) 4D 吊装模拟、施工方案优化的应用

将在 Revit 中搭建的模型保存为 FBX 格式文件，将 FBX 格式文件导入 3Dmax 中制作施工方案优化视频，格式为 avi。对总承包提供的施工方案通过 BIM 技术进行可视化预演，可以有效的解决人为疏漏，组织发现的问题各方进行讨论解决。为现场施工提供了更为直观的预演效果，通过动画模拟反映实际施工问题，有效提高



施工效率。



图9 BIM 施工方案模拟示意图

### 3. 5D 成本管理

本项目利用三维模型达到分部分项工程量的统计，由于广联达 GCL 算量软件（以下简称 GCL）内嵌中国清单规则样板，采用 GCL 辅助统计工程量，找出 Revit 2014 内嵌计量规则与 GCL 计量规则的差别，按照 GCL 计量规则的要求在 Revit 2014 中进行建模，将建好的模型导入到 GCL 中，实现分部分项工程量统计。

本项目研究编写了《广联达 BIM 5D 与 Revit MEP 模型交互建模规范》，按照此规范要求，在 Revit 中进行模型搭建，将搭建的模型导入广联达兴安得力中进行适量的模型补充，然后导入到广联达 BIM 5D 中，进行分部分项工程量的计算，并关联清单。这样既可以实现在线算量、算价，为月度工程量核价、结算等提供支撑；为资金计划与工程计划更好的衔接匹配做好支撑。



图10 5D 成本管理示意图



## 六、宝钢总部基地项目

### 4. BIM 应用标准

本项目编写有涵盖各个应用点的企业级标准，针对每个 BIM 应用点的技术路线、实施方法、模型深度，都有详细的阐述。宝地置业 BIM 应用标准参照上海市建筑信息模型应用标准编写，并在此基础上进行了深化。旨在为项目、企业乃至行业提供可借鉴实施的 BIM 标准，为各参与方在项目中基于 BIM 的协作关系、工作模式及实施流程做详细准确的规范，为项目有效开展 BIM 工作提供可靠依据。宝地置业 BIM 企业级应用标准目录如下图。

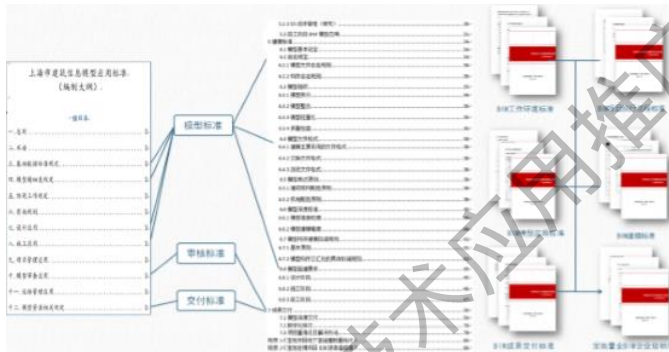


图 11 BIM 应用标准目录

### 5. 基于 BIM 的协同流程

本项目采用现代集团的 BIM 数据管理平台的三维协同平台进行，平台以业主进行管理为主，顾问管理为辅，各参与方在统一的平台上进行工作，平台可以实现模型的在线预览、在线标注、收发邮件、云端打开，对项目实施过程中海量文件进行统一分类管理、权限管理，实现文件共享，确保平台得以有效利用。



图 12 BIM 协同平台及流程

## 6. 竣工 BIM 模型验收

根据竣工阶段模型深度要求，在分项工程施工完成后开始完善分项工程的竣工模型，根据现场实际情况竣工模型完善可以分层、分区域进行，要求可以完整正确的反映出各机电点位，可以用来进行后期的运维管理、空间管理及资产管理。竣工模型验收人员以现场办公为主，结合蓝图及变更单，配合现场三维扫描，拍照、录视频及现场测量完成竣工模型验收，保证竣工模型和建筑实体的一致性。



图 13 竣工模型现场验收

### (四) BIM 技术应用效益

#### 1. 提高施工质量

BIM 最直观的特点在于三维可视化，利用 BIM 的三维技术在项目前期可以进行碰撞检查、施工模拟、可视化交底，减少在建筑施工阶段可能存在的错误损失和返工，通过碰撞检查发现机电碰撞点 1000 多处等，在早期设计阶段就发现后期真正施工阶段会出现的各种问题，进行前置处理，减少返工，提高现场施工留洞准确性，提高了设计图纸和施工质量。

#### 2. 提高管理效率

每两周开展一次 BIM 派工单工作，共计在整个项目实施阶段，有效的进行了进度管理，提高了任务完成效率；BIM 模型依据工程变更文件和图纸、专业深化设计成果，进行同步更新，以保证模型在使用时为最新模型，1#、2#~3#楼建筑专业变更备忘录分别产生了 55 条和 49 条，结构专业分别产生 29 条和 25 条，机电

专业共产生 78 条，通过变更单管理，有效提高了各方沟通效率；每次设计交底采用三维可视化 BIM 交底方式，大节点共计 10 余次，提高交底效率；生成各类文档（包括碰撞报告、结构留洞核查报告、碰撞报告追踪单、变更管理统计表、派工单、模型文件、BIM 标准、培训报告、4D\5D 模拟文件等）1000 余个，文档进行分类整理归档，提高数据使用效率；利用广联达软件通过对土建、结构、机电模型进行算量，特别是现浇混凝土和钢结构的算量，准确度达到了 90% 以上，大大提升了施工预算的精度与效率，实现高效的成本管理。

### 3. 缩短施工工期

本项目中利用 BIM 技术生成吊装方案、脚手架方案、设备动线模拟和施工方案等视频约 10 个，为项目部提供精确灵活的施工方案分析以及优化，减少了 15% 的施工吊装工期，提前发现机电安装难点，减少机电安装现场反复，缩短了 5% 左右的机电安装工期。

### 4. 节省施工成本

在本项目全过程中采用 BIM 技术后，形成了高效的成本管理、提高施工质量、减少返工、提高管理效率、缩短工期等优点，降低了项目 8% 左右的成本投资，约为  $314197 \text{ 万元} \times 5\% = 15700 \text{ 万元}$ 。

## (五) 经验总结

本项目在实施过程中遇到诸多难点及技术困难，项目 BIM 团队一一进行解决，积累了不少经验，为使这些宝贵经验为以后项目提供指导，分别从管理和技术方面进行了如下经验总结。

### 1. 管理方面

(1) 通过组织专家培训，使项目管理人员更好的了解 BIM，提高 BIM 价值的认知度和重视程度；项目实施时，针对项目实际参与人员进行软件实操培训；配备专门的 BIM 实操人员，实现业主方 BIM 应用和各实施方直接对接；解决电脑硬件等基础设施问题。

(2) 在项目实施过程中，根据施工进度，机电深化单位及时完成机电图纸的深化，给 BIM 实施方留有充足模型深化时间。BIM 实施方依据深化单位深化图纸及时开始 BIM 深化阶段模型搭建，发现问题，整理出问题报告，正式施工前组织相关方召开 BIM 问题工程协调会。

(3) 在进行更跟管理时，业主第一时间将设计变更单提资顾问，顾问汇总整理、统计出设计变更汇总表。顾问将相关资料分发实施单位变更 BIM 模型，并追踪变更成果交付。

(4) 根据竣工模型深度要求在现场分项工程验收时，同步实现分项工程竣工模型的分层、分区审核。对混凝土、砌筑、钢结构、机电安装等易被精装修工程所遮盖的工程应在精装修工程施工开始前完成分项工程的审核。

(5) 选择软件时需要有如下考虑：软件要操作方便，运算效率高。要具备以下功能：数据保存快捷，关键字筛选便捷，可以多窗口展示，可以展示管线自生长，可以进行计划量与实物量对比，可以实现幕墙单元板块式增长，可以实现施工计划模拟，可以细化展示颗粒度，可以实现量与进度的关联，可以实现两份计划（计划与实际计划）录入，可以视频导出，可以对专业分包的实物量进行提取。第三方软件要有较好的数据匹配与兼容性，实现数据有效交互。

## 2. 技术方面

(1) 为便于后期按楼层算量，柱子、楼梯等应分层建模，不得出现通层情况；为便于机电模型深化，机电立管等也要采取分层建模。当借助第三方软件进行相关应用时，要考虑第三方软件对建模的交互要求，如用广联达 BIM 5D 做现浇混凝土的算量时，就要考虑混凝土专业的命名规则，因此建模过程中，在命名上一定要有所注意。考虑到后期幕墙模型的成本管理应用，建模时要结合幕墙深化种类划分到算量级别。

(2) 现浇混凝土和钢结构专业相对简单，便于进行成本管理。幕墙专业是否便于进行成本管理工作取决于模型单元板块在建模时的划分方式。即当需要进行成本管理时，在建模时要按照清单计价规范中对单元板块划分的方式进行规范。

(3) 前期做幕墙模型时会由于单元板块划分太细，致使无法按照清单计价规范对幕墙板块归类。建议业主在后续项目中根据需求对幕墙板块划分进行规范。暖

## 六、宝钢总部基地项目

---

通专业偏差大的原因是暖通风管中的弯头、三通等管件无法计算展开面积。

上海建筑信息模型技术应用推广中心

## 七、中建广场项目

### （一）项目概况

#### 1. 项目基本概况

中建广场项目位于后世博区域，紧靠地铁 6、7 号高科西路站，东靠东明路（北至东方路、临沂路）、杨高南路（向北直达中建大厦）。项目总建筑面积 7.6 万平方米，本项目秉承绿色环保与低碳的理念，并将绿色环保理念贯穿设计、施工、运维过程中，确保绿色三星级认证（设计&运维）和 LEED-CS 金奖认证，旨在打造高品质绿色生态商务综合体，整体工程确保鲁班奖。项目规划初期，之于后世博区建筑的绿色发展理念，本项目制定了绿色三星及 LEED 金奖的绿色需求，遵循“被动为主，主动为辅”的设计策略，从项目特点出发，共选择 60 项适宜的绿色技术措施，在自然采光与通风，空调系统优化，太阳能利用，室内空气质量提升等方面开展了精细化设计，制定了单位建筑面积年能耗 110 度电的节能运营目标。同时，本项目全程引入 BIM 技术，辅助进行项目的设计施工及运维。力争在项目全生命周期中将绿色设计、绿色施工和绿色生活的理念贯穿于项目全过程，达到建筑和自然、建筑与人的和谐统一。

#### 2. 工程特难点分析

##### （1）高层建筑的功能区域复杂，管线繁多，空间要求严格

本项目是包括商业、写字楼等多业态的综合体项目，建筑功能复杂，子系统多，安装工程量大，要求精度高，建筑物内部关键空间净高及美观效果提出较为严格的要求；高层建筑的管线复杂程度对建筑的使用空间提出了较大的挑战；要想较好地实现建筑美学、功能、投资的完美融合，BIM 技术中的净高分析、碰撞检测、建筑美观效果预判、工程量统计等功能可以较为成功地解决这些难题。另外本项目地表水排水方式为安管系统，总体有建筑外墙向四周广场道路排放，然后排入市政管网。由于室外给排水管道、污水管道、电气管道、电气线路、通讯电缆均采用地下敷设。主干道地下管网的复杂性及主干道地下管网和本地块管线的对接给设计带了较大的难度，利用 BIM 的可视化可以大大改善管线对接过程

中的错漏碰缺的情况。

### (2) 项目高要求的绿色性能

项目有很高的绿色需求，对于新建建筑，利用 BIM 软件通过建筑能耗的模拟与分析对建筑方案进行比较和优化，使其符合相关的标准和规范。

### (3) 高质量展示及运维需求

基于高质量展示及后期运维需求，本项目利用 BIM 多表达手段制作高质量的漫游展示达到为建筑宣传加分的效果，同时针对物业具体需求定制开发 BIM 运维系统，辅助物业中心进行运维，提高运营效率。

### (4) 临近地铁，周边管线复杂，保护难度大：

项目紧邻地铁 6 号、7 号线，周边环境复杂，基坑施工过程中保护难度大；基坑南侧高科西路侧有电力、电缆、雨水等多条地下管线及一条  $\Phi 300$  天然气管道，施工期间基坑分坑开挖，先挖两边基坑待地下室出  $\pm 0.00$  之后再开挖中间基坑，对周边管线布置观测点，开挖过程随时监测周边环境变化。

## (二) BIM 技术应用模式

### 1. 应用目标

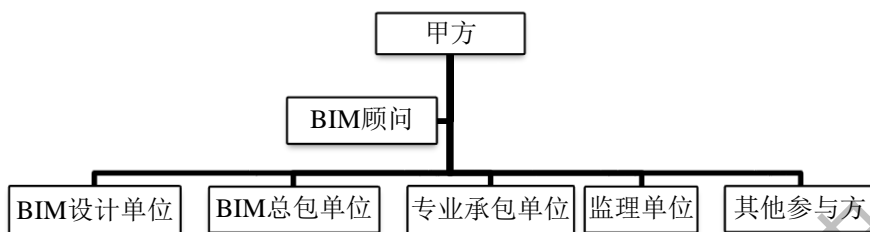
建设方对 BIM 的需求来源于对项目目标的需求，在项目实施阶段的全过程中，主要进行的管理工作有：安全管理、投资控制、进度控制、质量控制、合同管理、信息管理、组织和协调等，以安全目标为前提，采用合同管理、信息管理和组织协调的方法，完成建设方的投资、进度和质量三大目标。

建设方对 BIM 的要求是利用 BIM 更好地实现项目的三大目标，而 BIM 可以为项目全生命周期中所有参与方提供协调一致、准确可靠、集成化的项目数据信息，从而使参与其中的企业能更有效地控制成本、质量和时间进度，减少浪费和无效行为，降低各种风险。与建设方目标相匹配的 BIM 实现的服务价值主要有：增强项目各专业设计的协调与沟通能力；提升三维空间的掌控能力；虚拟建设、方案优选；性能化分析，控制能耗；降低项目造价、控制施工成本；缩短施工周期；降低工程实施风险；多表达宣传方式。建设方要求利用 BIM 技术特点，辅助实现项目的总目标，达到降低成本、缩短时间、提高建筑品质及宣传质



量的目的。

## 2. 组织架构



## 3. 参与单位

- (1) 建设单位：中建东孚投资发展有限公司
- (2) BIM 顾问：华东建筑设计研究院有限公司
- (3) BIM 设计单位：华东建筑设计研究院有限公司
- (4) BIM 施工单位：中国建筑第八工程局有限公司
- (5) 专业承包单位：
  - 钢结构：中建八局钢结构工程公司
  - 景观：上海植物园绿化工程有限公司
  - 幕墙：上海江河幕墙系统工程有限公司
  - 安装：中建安装工程有限公司
  - 监理单位：上海智达工程顾问有限公司

## 4. 分工职责

- (1) 建设单位：
  - 配合顾问方审核各参与方 BIM 能力；
  - 组织协调各参与方进行 BIM 工作；
  - 验收各参与方 BIM 工作成果；
- (2) BIM 顾问方：
  - 协助甲方进行项目 BIM 应用目标的制定；
  - 协助甲方进行各阶段 BIM 招标文件；
  - 制定项目 BIM 标准及 BIM 技术路线；
  - 参与制定项目各阶段 BIM 工作计划；

## 七、中建广场项目

---

- 提供项目各阶段 BIM 技术应用答疑并给出参照案例；
- 配合进行各参与方进行数据分析并审核各参与方最终成果；

### (3) BIM 设计方：

- 根据图纸及标准完成设计阶段 BIM 模型；
- 执行设计阶段 BIM 技术应用点；
- 辅助施工单位进行模型解读；
- 配合甲方及顾问方审核施工单位 BIM 成果；

### (4) BIM 施工总包：

- 依据图纸及现场情况深化设计阶段 BIM 模型；
- 协助甲方、BIM 顾问方管理好各分包团队；
- 利用 BIM 模型合理的管理项目变更；
- 依据标准搭建项目竣工模型；
- 配合甲方完成相关数据整理工作；

### (5) 专业承包单位：

- 配合总包完成己方业务范围内的模型工作；
- 配合总包完成项目竣工模型；
- 配合总包完成相关数据整理工作；
- 监理单位：配合甲方、顾问方完成项目 BIM 成果审核工作。

## 5. 工作流程

项目实施 BIM 技术关键技术路线见图 1：

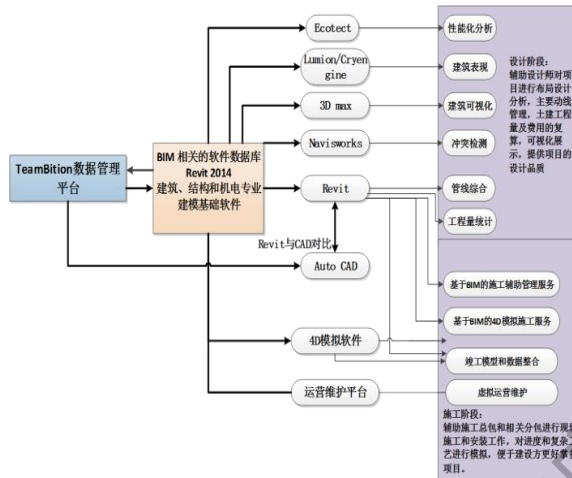


图 1 BIM 实施技术路线图

设计阶段 BIM 主要工作流程：

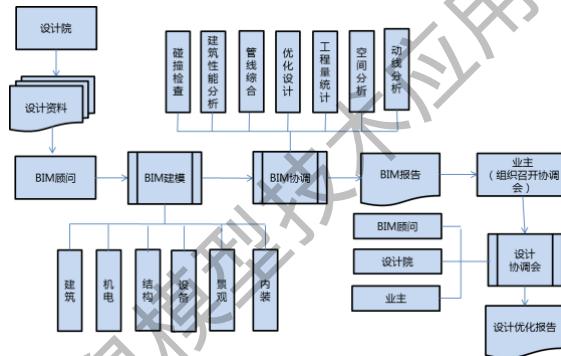


图 2 设计阶段 BIM 主要工作流程图

招投标阶段主要工作流程：

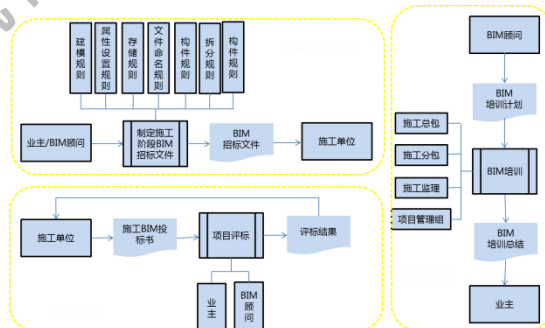


图 3 设计阶段 BIM 主要工作流程图

施工阶段 BIM 主要工作流程：

## 七、中建广场项目

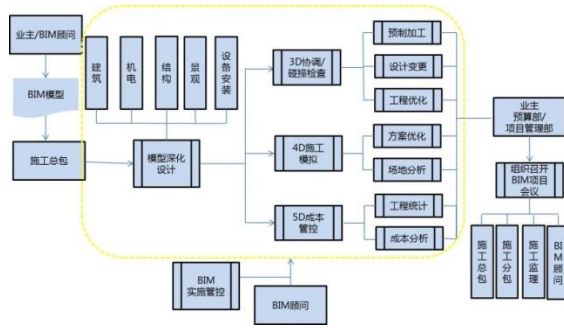


图 4 施工阶段 BIM 主要工作流程图

竣工运维阶段 BIM 主要工作流程：

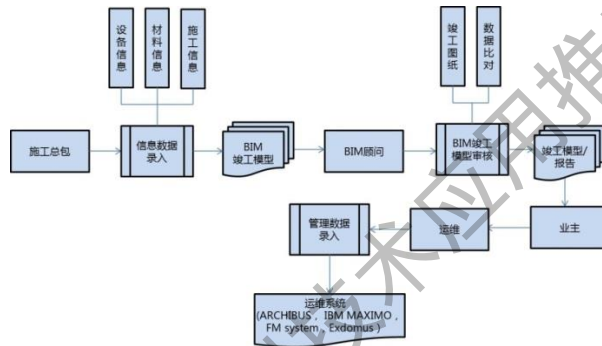


图 5 竣工运维阶段 BIM 主要工作流程图

### (三) BIM 技术应用内容

本项目由业主主导 BIM 技术跨设计、施工、运维阶段的全过程应用，不同应用阶段的应用内容如表 1 所示。

表 1 BIM 技术应用内容

序号	应用阶段	应用内容	亮点
1	立项决策阶段	标准制定	依托上海市标准制定项目 BIM 技术标准
2	设计阶段	方案设计	建立 BIM 协同平台、进行了多项性能化分析
3		初步设计	建立 BIM 模型、三维设计表达、性能化分析
4		施工图设计	碰撞报告、管线综合、出具图纸、模型复核、精装设计表现

序号	应用阶段		应用内容	亮点
5	招投标阶段		BIM 标书及合同制作、BIM 标书审核、BIM 标准、数据库、BIM 分包培训	
6	施工阶段	施工准备	建立 BIM 协调平台、建立 BIM 模型、施工工艺/工序模拟、BIM 施工方案验证、安装空间分析	设计单位配合保证符合规范
7		施工实施（土建、机电）	BIM 模型变更、出局图纸、复杂节点的施工指导、三维扫描、工程进度（4D/5D）模拟、BIM 数据库	
7		幕墙	方案比选、可视化应用、节点深化、施工流程模拟、碰撞检查、工程量提取	
7	施工阶段	装饰	方案比选、可视化应用、节点深化、施工流程模拟、碰撞检查、工程量提取	VR 技术、RFID 材料管理
8	竣工验收阶段		竣工模型审查	
9	运维阶段		设备厂商信息集成、运维软件平台采购、负责 BIM 模型与运维系统的互联、运维实施	自开发平台

为了使 BIM 技术能在项目中真正的应用，由业主方（中建东孚）牵头，突破目前设计和施工总包孤立的传统工作模式，建立了新的协作机制：

(a) 各参与方围绕 BIM 模型开展协调和交底工作，施工总包通过 BIM 模型向设计反馈和说明现场情况，确保我方能全程实时把控项目的进度、项目资金使用情况及项目质量；

(b) 要求项目所有参与方从设计到运维都采用 BIM 工作流进行数据传递，使 BIM 项目 EPC 更加透明流畅和可控。

## 1. 设计阶段——基于 BIM 技术的绿色技术管理

### ➤ 方案比选：

## 七、中建广场项目

利用 BIM 软件，通过制作或局部调整方式，形成多个备选的建筑设计方案模型。基于三维模型的方案比选，使建筑项目方案的沟通、讨论、决策在可视化的三维场景下进行，最终确定最优方案。

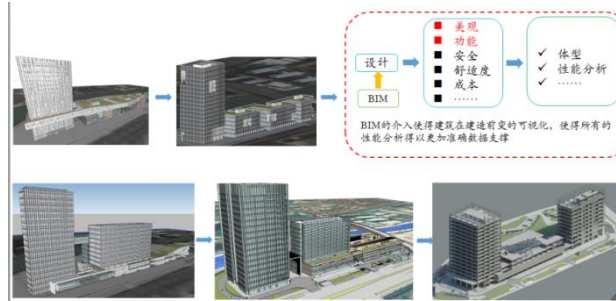


图 6 项目方案必选示意图

### ► 各专业综合：

应用 Revit 与 Navisworks 配合，检查施工图设计阶段的碰撞，完成建筑项目设计图纸范围内各种管线布设与建筑、结构平面布置和竖向高程相协调的三维协同设计工作，以避免空间冲突，尽可能减少碰撞，避免设计错误传递到施工阶段。

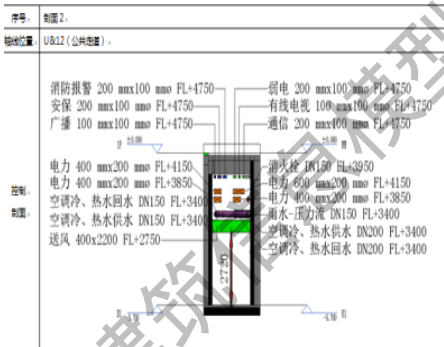


图 7 碰撞检查

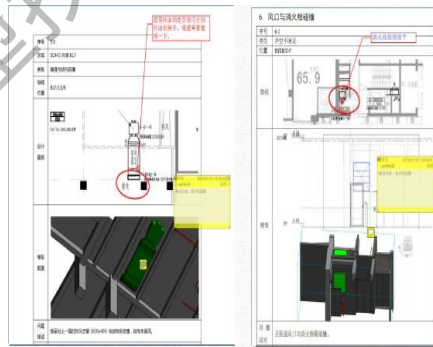


图 8 管线综合

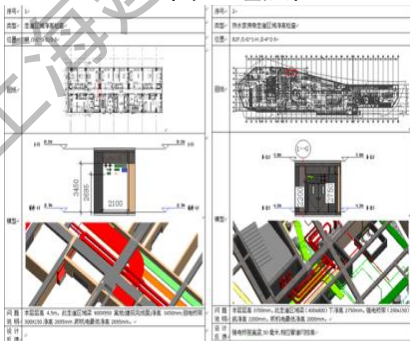


图 9 结构预留预埋核查

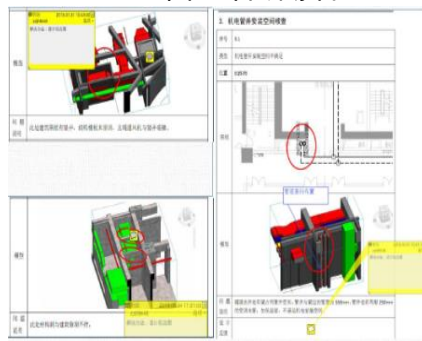


图 10 净高核查

### ➤ 经济指标核查：

利用建筑信息模型，提取房间面积信息、绿地面积等，精确统计各项常用面积指标，以辅助进行技术指标核查；并在建筑模型修改过程中，发挥关联修改作用，实现精确快速统计。

- 建筑面积
- 容积率
- 总建筑面积
- 套内建筑面积
- 建筑密度
- 体形系数
- 建筑体积
- 绿化率
- 窗墙比
- 建筑表面积
- 建筑物占地面积
- 外窗可开启面积比

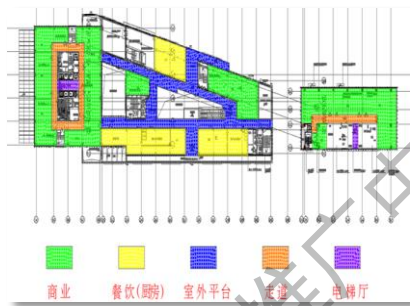


图 11 经济指标核查示意图

### ➤ 辅助出图：

基于建筑信息模型可进行三维透视图、平、立、剖面图的输出，进而辅助设计师对方案进行更深入的推敲与思考；对机房等重点空间，可将三维管线综合的结果进行辅助图面表达。



图 12 辅助出图

### ➤ 明细统计：

利用建筑信息模型，对门、窗、幕墙嵌板等构件相关尺寸、数量统计；对混凝土、钢材等材料进行对应的数量统计，将数据整合后输出相应的工程量统计明细。在建筑模型的修改过程中可产生关联修改作用，实现精确快速的统计。





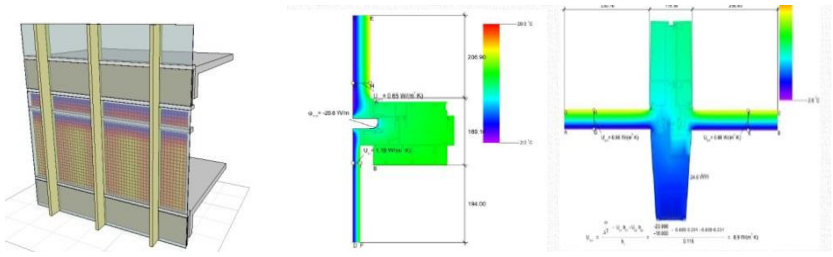


图 18 幕墙性能化分析

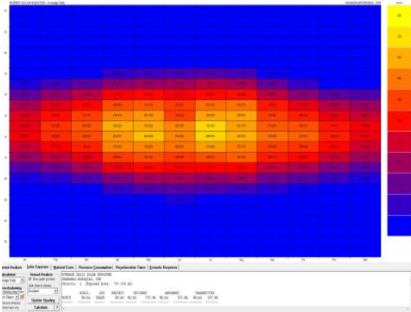


图 19 屋面辐射分析（例）

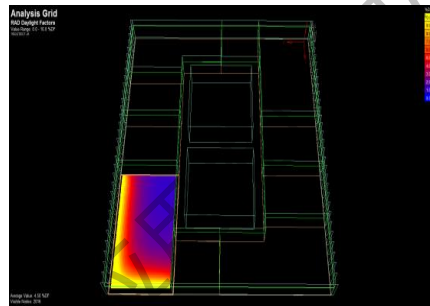


图 20 自然采光分析（例）

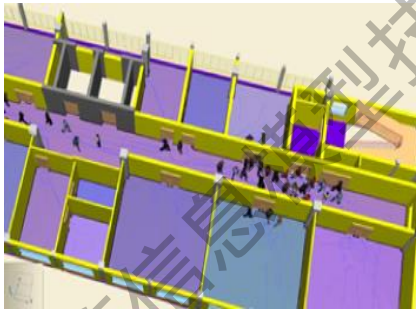


图 21 疏散分析

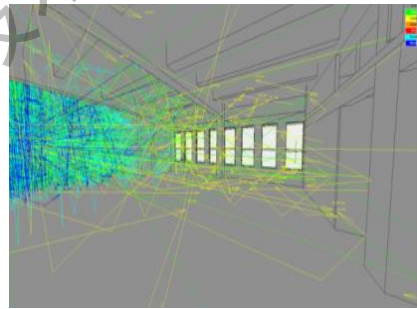


图 22 声场分析

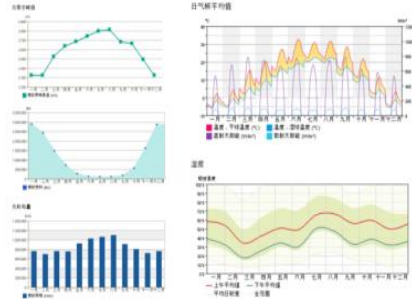


图 23 建筑能耗分析

2. 施工阶段——基于 BIM 技术的绿色施工管理

施工阶段 BIM 应用成果：

➤ 利用 BIM 建立临建模型，指导现场施工，合理规划现场临建和堆场排布，避免场地使用浪费，节约用地资源；同时使用 BIM 技术建立样板模，指导临建工程、样板工程施工，避免施工过程中施工不当，材料浪费，节约材料；基于 BIM 软件平台，各专业分别建立模型，确定统一原点后，导入后进行模型整合，将复杂的机电多专业设计图纸转化为直观的三维模型，实现三维可视化，同时可检查专业间碰撞，减少了现场返工，节约了材料和能源。

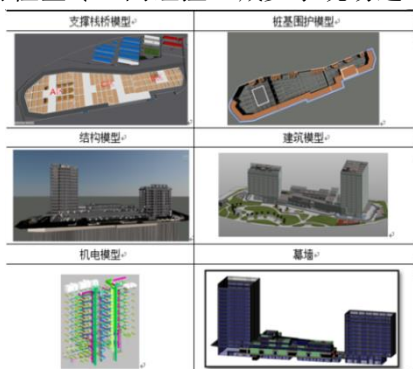


图 24 项目现场模型表达

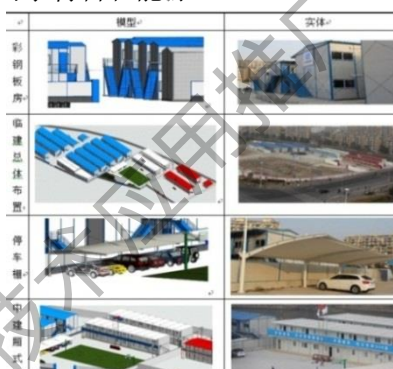


图 25 项目模型示意

➤ 利用 BIM 建立现场节点施工模拟，辅助方案交底，避免施工过程中施工不当，材料浪费，节约材料。

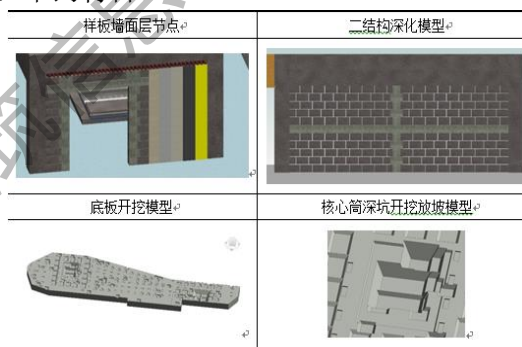


图 26 施工节点模拟

➤ 利用 BIM 模型计算大底板、土方开挖量、楼层混凝土梁等工程量，并与广联达算量结果、实际工程量进行对照复核。

创建公式实现Revit软件内的成本核算

名称与类型	设计量(毫米)	面积(平方米)	体积(立方米)	重量(吨)	造价(元)	总计
基础梁 100mm现浇 扁3	140	208.85	29.24		0	58
基础梁 内部-150mm现浇	100	120.37	120.04		107504	294
基础梁 内部-150mm现浇 卫生间内部	100	2079.24	207.93		345421	1200
基础梁 内部-100mm现浇 药房与药房隔	100	416.56	41.66		49927	59
基础梁 内部-150mm现浇 核心筒中心走廊	100	99.26	9.43		120.00	614
基础梁 内部-100mm现浇 走廊与卫生间	100	12216.29	1221.63		120.00	148564
基础梁 内部-200mm现浇	200	28911.88	8732.37		170.00	484150
基础梁 内部-200mm现浇 药房与药房隔	200	3062.71	786.54		170.00	671861
基础梁 内部-200mm现浇 核心筒与核心筒隔	200	61.62	1.12		170.00	865
基础梁 内部-200mm现浇 走廊与卫生间	200	67.62	17.62		170.00	11485
工作平台	200	77.76	15.56		170.00	13224
雨篷梁	200	784.64	176.46		180.00	134862
雨篷梁	200	76.79	14.18		170.00	12635
雨篷梁	200	271.02	55.48		180.00	48864
雨篷梁	100	88.50	8.83		120.00	10380
雨篷梁	100	98.87	9.82		120.00	11829
雨篷梁	200	129.95	25.99		170.00	22061
雨篷梁	200	1378.78	278.76		170.00	24499
雨篷梁	200	1488.25	293.25		170.00	24502
雨篷梁	200	2541.69	509.33		170.00	43272
雨篷梁	200	83.48	16.87		170.00	13683
雨篷梁	200	29872.53	5980.84		180.00	336428
雨篷梁	200	82.27	17.00		170.00	14420
雨篷梁	200	1628.43	327.11		180.00	306671
雨篷梁	400	4419.05	1767.62		220.00	872162
雨篷梁	200	162.66	32.93		170.00	27652
雨篷梁	200	2189.00	0.00		0	0
雨篷梁	200	1178.82	0.00		0	0
雨篷梁	200	1682.58	0.00		0	0
雨篷梁	200	920.86	0.00		0	0
雨篷梁	200	6382.18	0.00		0	0
雨篷梁	200	124179.83	17631.16		18488122	14

图 27 工程量统计示意

➤ 利用 BIM 规划各阶段现场平面布置，预先安排好施工流程及车辆进出流线，避免现场施工产生问题。

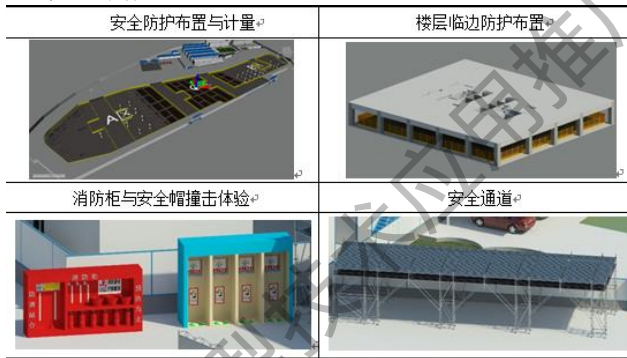


图 28 施工现场平面布置模拟

➤ VR 虚拟现实技术辅助现场质量管理

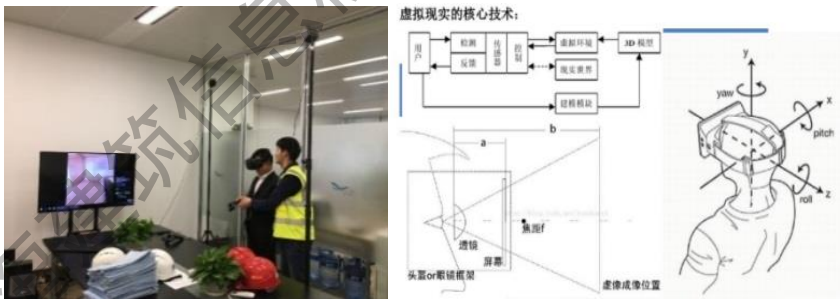


图 29 VR 虚拟现实模拟

➤ BIM 技术应用与现场管理



## 七、中建广场项目

利用 Navisworks 生成轻量化模型，并将模型导入手机端 A360 软件，可便捷查看、标记等，辅助现场进行安全管理、质量管理与施工管理等工作。

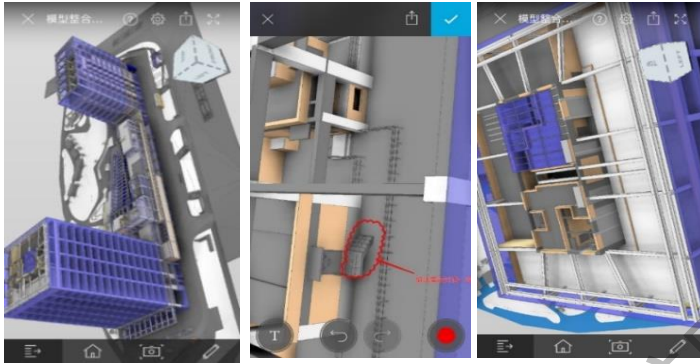


图 30 移动端便捷查看模型

### ➤ 绿色施工

利用 BIM 技术合理规划项目建设过程中各个阶段的施工用地、加工区与材料堆场等，科学地进行场地布置，节约用地。

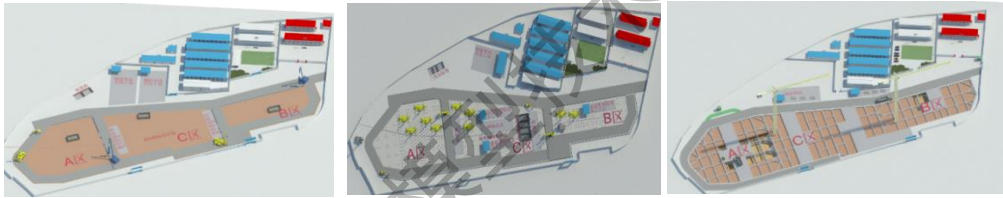


图 31 各阶段平面布置

利用 BIM 对一些复杂节点进行模拟，可以为构件加工提供依据，直接将构件在工厂模块加工，避免了现场加工造成材料浪费，节约材料。利用 BIM 分析合理布置现场光源，在保证光源充足的情况下，尽可能的减少能源浪费。利用 BIM 技术合理布置现场水沟及各楼层排水地漏位置，收集雨水等非传统水源，循环利用，节约水资源。

### 3. 虚拟运营维护—基于 BIM 技术的绿色运维工作管理

项目虚拟运营维护阶段，我们发挥公司物业自持的特色，选用了自开发软件，进行了相关运营维护模块深入研讨，以绿色运营理念为主导全方位去诠释 BIM 虚拟运营在建筑建成后对项目的管理重要作用。

#### 4. EPC 模式下 BIM 技术的结合应用

在 EPC 总承包模式下设计方与施工方作为一个联合体，设计方通过 BIM 的应用从根本上提高了建筑物的性能，提高了生产管理效率，它可以通过降低施工成本提高施工阶段的利润率从施工阶段获得设计费以外的收入；施工方则通过可以在设计方的支持下从根本上降低施工成本使施工阶段的利润率提高。设计方和施工方作为一个整体可以实现互利共赢。

#### (四) BIM 技术应用效益

截至 2016 年底，本项目的 BIM 技术应用的绩效测算及应用效益如下：

表 2 项目 BIM 技术应用效益测算

阶段	应用点	成果	测算依据
设计阶段	标准编制	形成公司级 BIM 应用导则文档一份、培养公司级 BIM 技术管理团队人员共计 6 人次，项目经理人员共计 12 人次	公司多个项目以本项目为标杆进行了 BIM 技术应用
	碰撞检查	通过三维建模、碰撞检查、管线综合，形成项目问题追踪报告，共计解决碰撞问题成本节省约 850 万（尤其涉及到项目方案酒店改办公的方案修改中发挥重大作用）	提交问题追踪报告供成本部门进行核算
	辅助出图	辅助出具图纸 23 份，设计时间节省近 30 天、设计变更减少 90%	依据设计方反馈
	性能化分析	绿色建筑认证目标：绿色三星、LEED 金级； 幕墙性能化分析：以国标 GB50189-2005 作为比较基准，外立面分析表明设计模型供暖空调全年计算累计负荷降低幅度为 26.3%； 室外风环境分析：在典型风速和风向条件下，建筑迎风面与背风面表面风压差不超过 5Pa； 室内风环境分析：玻璃幕墙可开启比例达到 10%，同时建筑布局合理考虑主导风向，使得室内自然通风效果良好，96.8% 以上功能区域自然通风换气次数达到 2 次以上； 屋面辐射分析辅助太阳能板布置：利用光伏发电	依据模拟数据和绿建咨询单位数据验证

## 七、中建广场项目

阶段	应用点	成果	测算依据
		系统产生电量占总用电量的比例 3.31%； 声场分析：主要功能房间的室内噪声级达到现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中的低限值标准限值和高要求标准限值的平均值； 采光分析：主要功能房间的采光系数满足现行国家标准《建筑采光设计标准》GB50033 的要求，改善建筑室内天然采光效果	
施工阶段	BIM 协同平台	以 Teambition 平台为 BIM 协同平台，方便项目各个专业 BIM 之前的沟通与整合，提高工作效率	Teambition 平台数据库文件
	BIM 深化设计	基于 BIM 模型完成了二结构深化，机电支架、阀门深化，设备信息录入	深化设计报告
	碰撞与净高分析	根据施工模型，检查出所有设备类管线管道之间、管道和建筑之间的碰撞、干扰和冲突等问题，共计发现 2000 余处碰撞与净高问题，为项目节约隐性成本 700 余万元，同时产生了良好的社会效益	碰撞与净高分析报告
	施工工艺模拟	通过具体工艺流程的施工模拟，建立标准化施工工艺流程，尤其是一些新的技术与工艺，避免了施工技术信息的传递出现偏差，保证了正确的施工顺序与工法	施工工艺模拟动画；现场操作人员反映情况验证
	复杂节点施工模拟	对于设备高度集中、复杂的区域，基于 BIM 模型提供三维轴测图、平面图、剖面图、以及动态三维模型等方式指导施工	复杂节点施工模拟动画 现场操作人员反应情况验证
施工阶段	工程量统计	利用三种（传统 CAD 算量、BIM 算量、真实工程用量）方式分别进行工程量计量统计	根据审计单位数据验证
	4D 模拟	利用 Synchro 软件生成 4D 模拟，让管理人员清楚地知道每个阶段的工作、工作顺序，使管理内容变得可视化，提高管理人员对工程质量的掌控能力	针对各个节点的完成时间与原进度对比分析评估效益

### (五) 经验总结

#### 1. 策划及设计阶段

(1) 项目实施标准：本项目 BIM 应用为全过程应用，周期长，参与方多，



为保证项目各参与方模型数据的一致性，模型数据的可延续性，制定项目 BIM 应用标准，应用标准不仅仅设计到常规项目中的模型标准，更有各阶段 BIM 应用标准，成果验收标准等一整套保证甲方收益的标准。本项目标准不仅仅适用项目全生命周期 BIM 应用标准，也适合在常规项目任意阶段的 BIM 应用推广。

(2) EPC 项目管理经验：本项目为 EPC 项目，项目设计施工及运维阶段均有业主进行全程把控，和各阶段业务紧密匹配的 BIM 业务将得到最大限度的执行，各参与方 BIM 应用在业主的推动下将能得到很好的实施。

(3) 绿色分析：基于 BIM 的绿色分析，将大大提高了绿色分析的效能和准确性，将能使晦涩难懂的绿色技术变得简单和直观，可以说在未来的很长一段时间内，绿色技术在 BIM 的推动下，其在建筑中的应用将变得更为普及更加深入。

## 2. 施工阶段：

(1) 本项目已在三维可视化、动态模拟、辅助方案交底、工程量统计等方面开展应用，需进一步深化，更多的结合工程实际需求，突出重点，着重开展新工艺施工工序的模拟、复杂节点深化与可视化交底、Synchro 进度管控等应用，并将其与工程管理相结合；

(2) 在已有的业主、咨询公司、分包与总包的信息交流平台与工作机制基础上进一步将 BIM 技术与工程管理相结合，形成更加高效合理的工作机制；

(3) 在已有的 A360 基础上更多的尝试各类移动端应用，将 BIM 技术的应用更好的融入现场管理中，以此为工具辅助现场工程管理、质量检查、安全检查等工作；

(4) 更加紧密地与 EPC 模式相结合，向 IPD 模式发展，真正地做到“所见即所得”。