

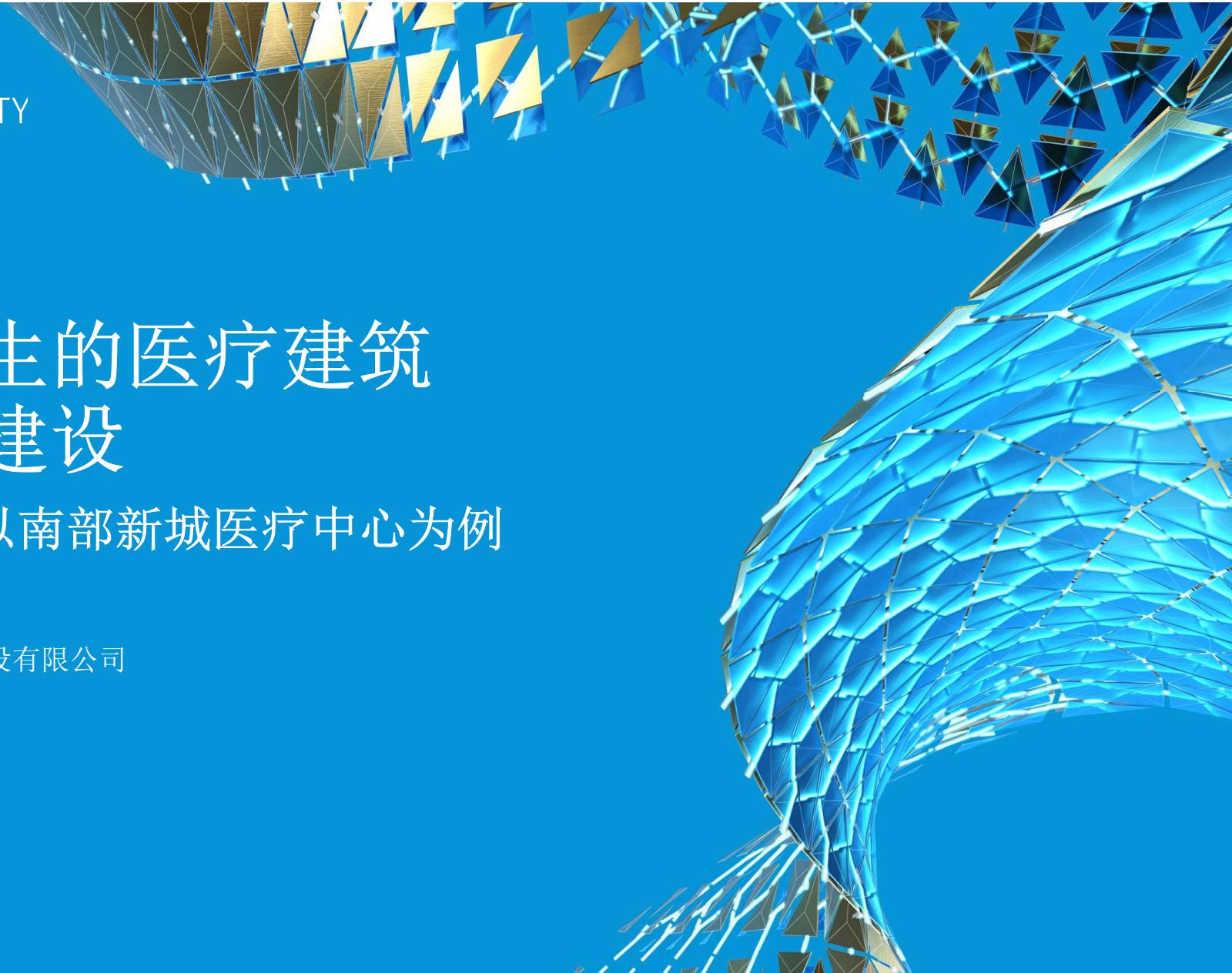


基于数字孪生的医疗建筑 智能化运维建设

--以南部新城医疗中心为例

叶嵩

技术中心主任 | 中建八局第三建设有限公司



叶嵩

技术中心主任、高级工程师



现任中建八局第三建设有限公司技术中心主任（D2 总部部门经理职级）近年来，组织并实施住建部课题2项，局课题2项。共获得软件著作权18项，发明专利3项，参编地方标准1项，国家级科技奖“华夏科学技术奖”1项，国际BIM大奖1项，国家级BIM类奖励11项，发表论文多篇，还曾获得华东片区优秀论文一等奖，三公司优秀论文一等奖、全国QC成果二等奖、公司先进科技工作者等奖励。同时作为江苏省城乡住房建设厅外聘专家长期服务于地方的各个平台，为企业的技术实力宣传以及技术营销工作做出了突出贡献。



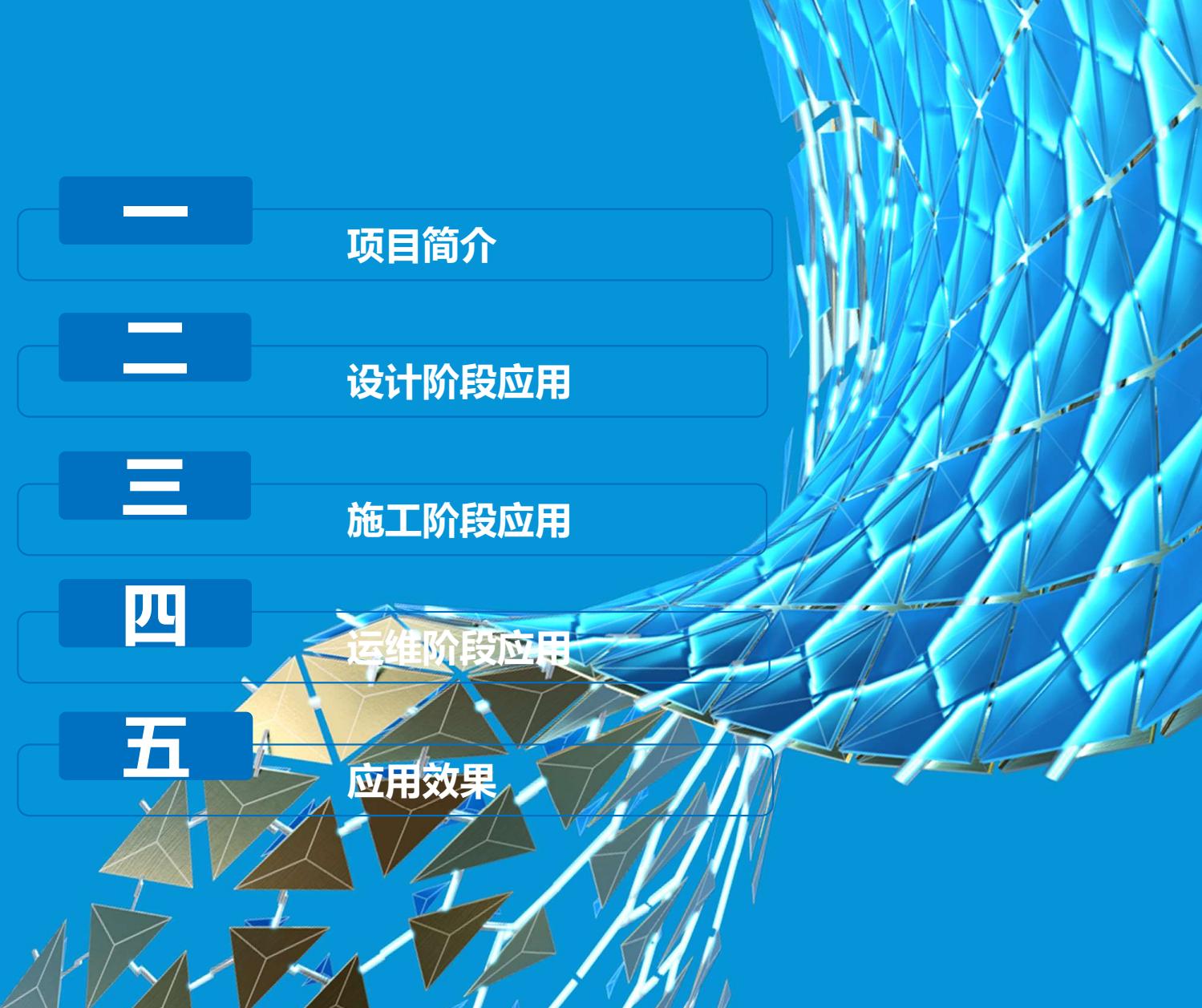
中建八局第三建设有限公司



中國建築 目錄

CONTENTS

- 一 项目简介
- 二 设计阶段应用
- 三 施工阶段应用
- 四 运维阶段应用
- 五 应用效果



PART

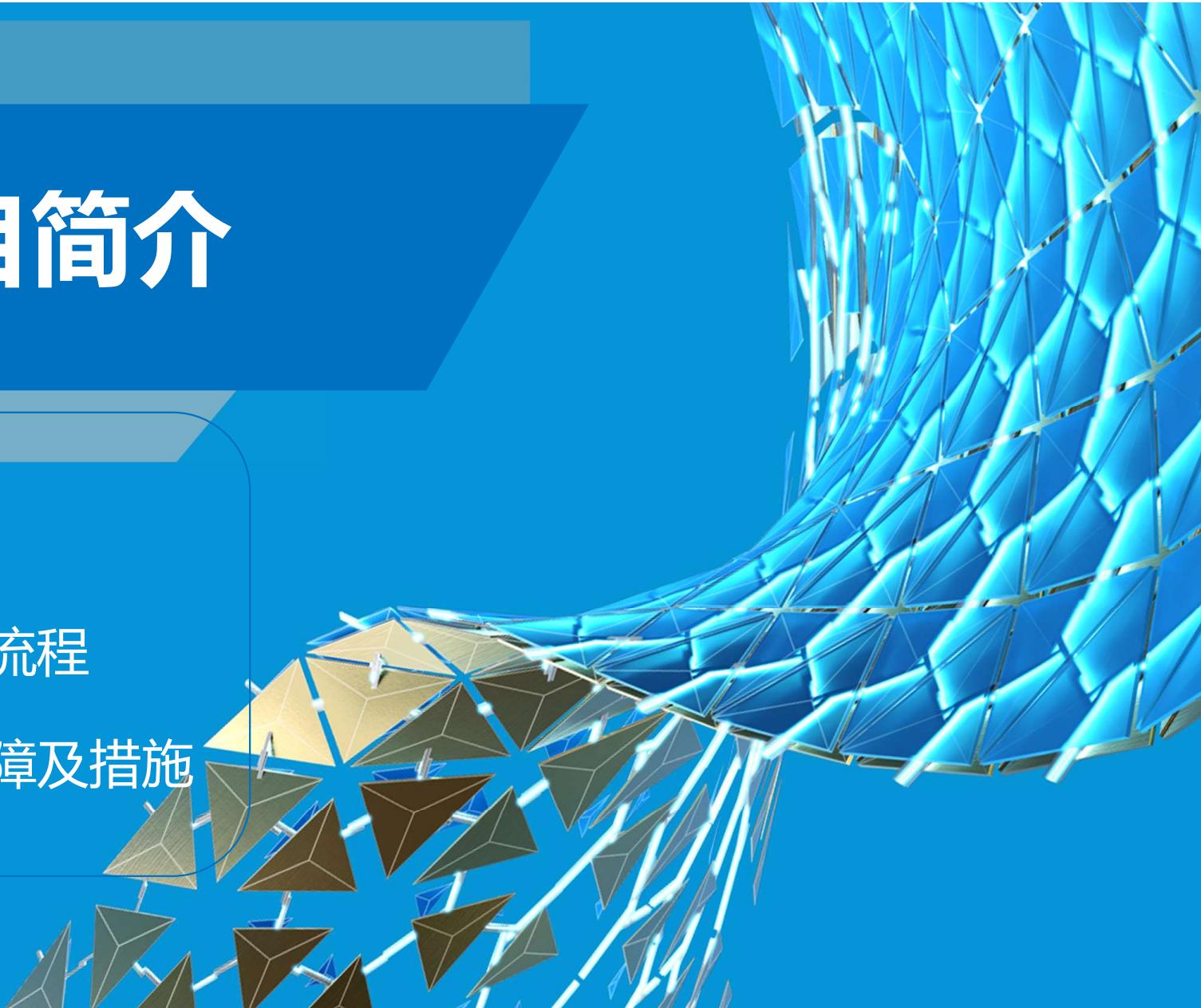
1

项目简介

1.1 项目简介

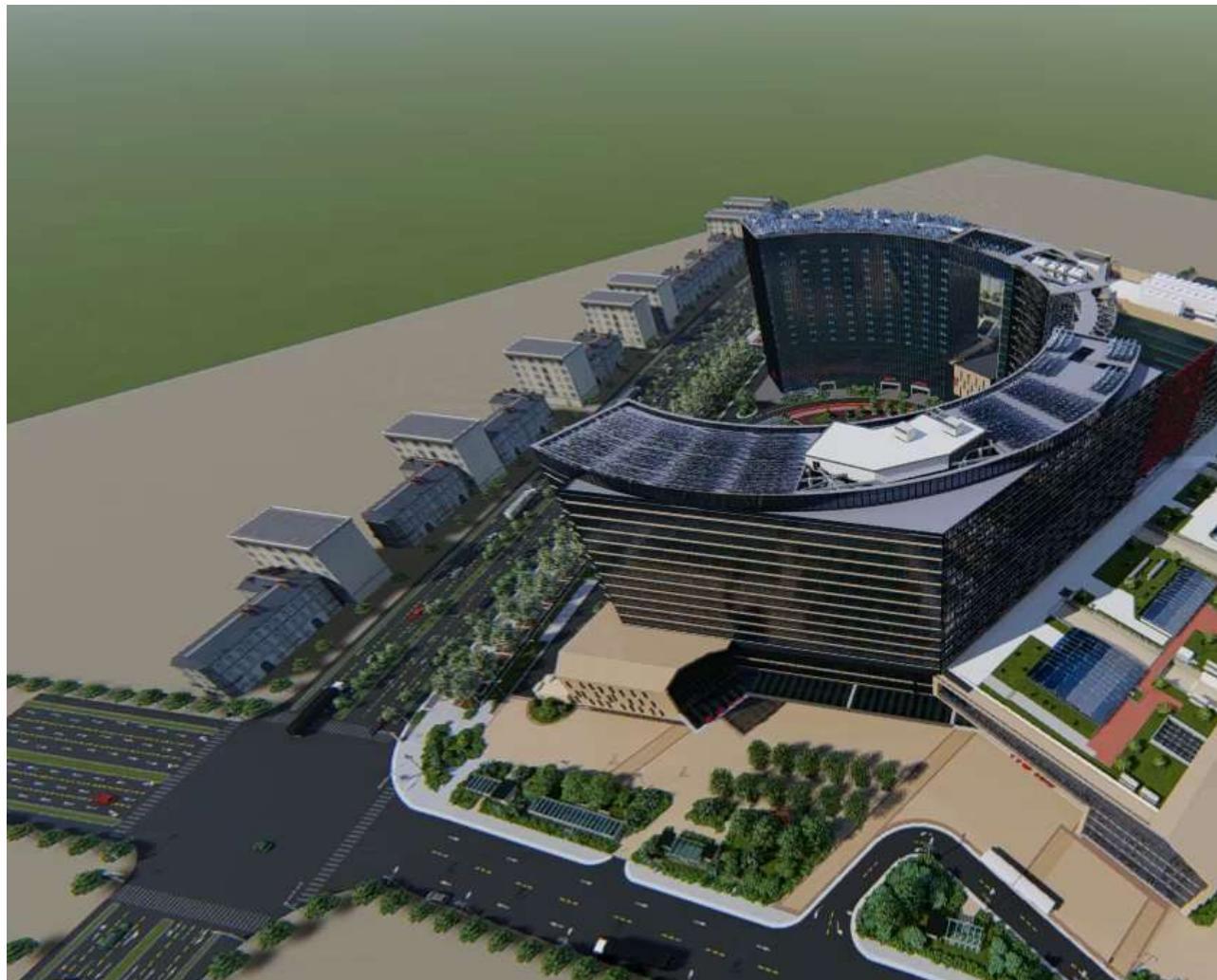
1.2 BIM应用目标及流程

1.3 BIM应用技术保障及措施



1.1

项目简介



工程概况

南部新城医疗中心是南京市委、市政府重点建设的民生项目。该项目对于提升南部新城品质、整合优化城区医疗资源空间布局、构建新的卫生医疗服务体系具有十分重要的意义，在南京市政府的指导下，项目在建筑全生命周期使用BIM技术。

南部新城医疗中心建筑面积约30.7万平方米，其中地上建筑面积19.2万平方米，地下建筑面积11.5万平方米，包括门诊楼、急诊楼、医技楼、病房楼、科研行政综合楼、地下停车场等，床位1500张。

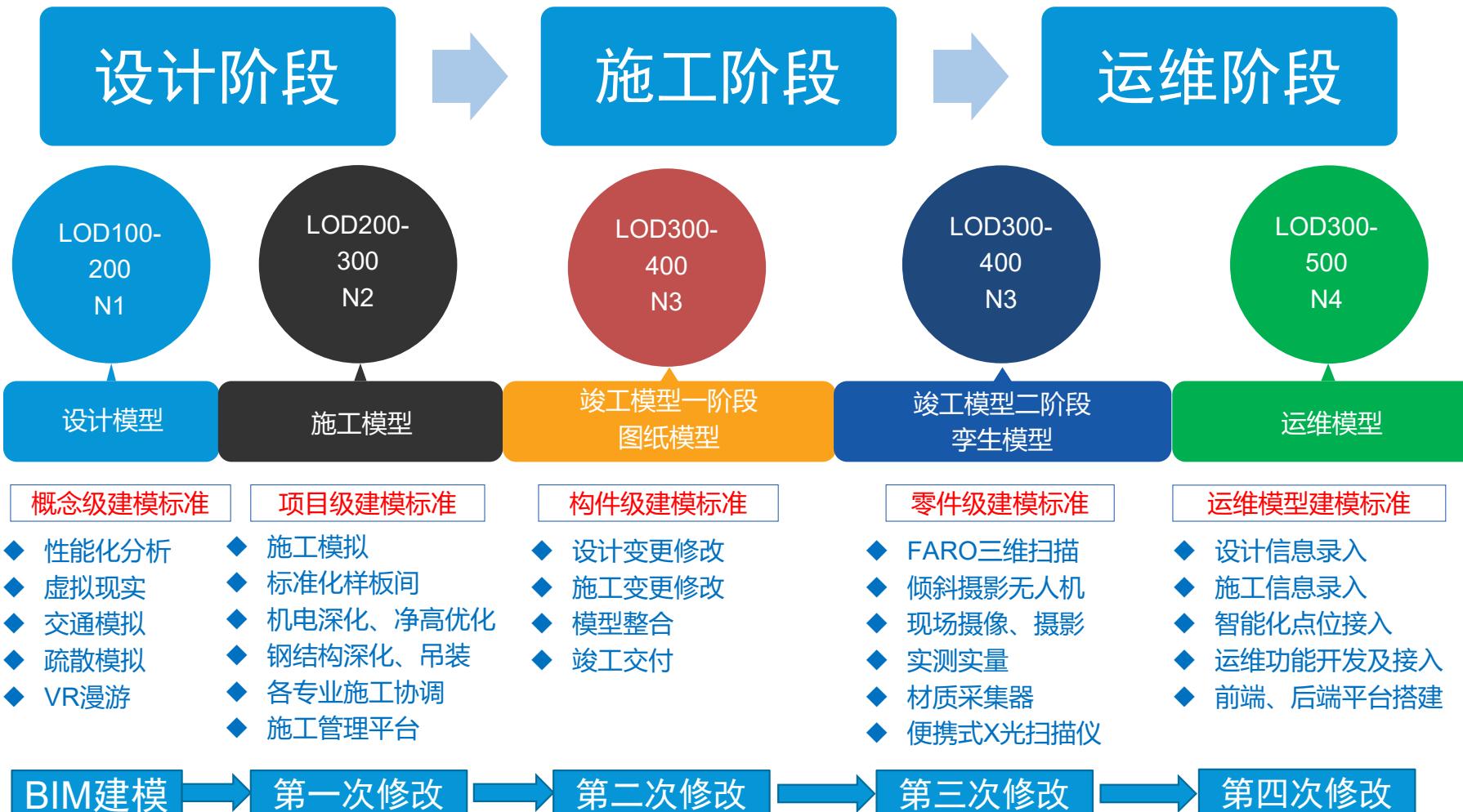
1.1

项目简介



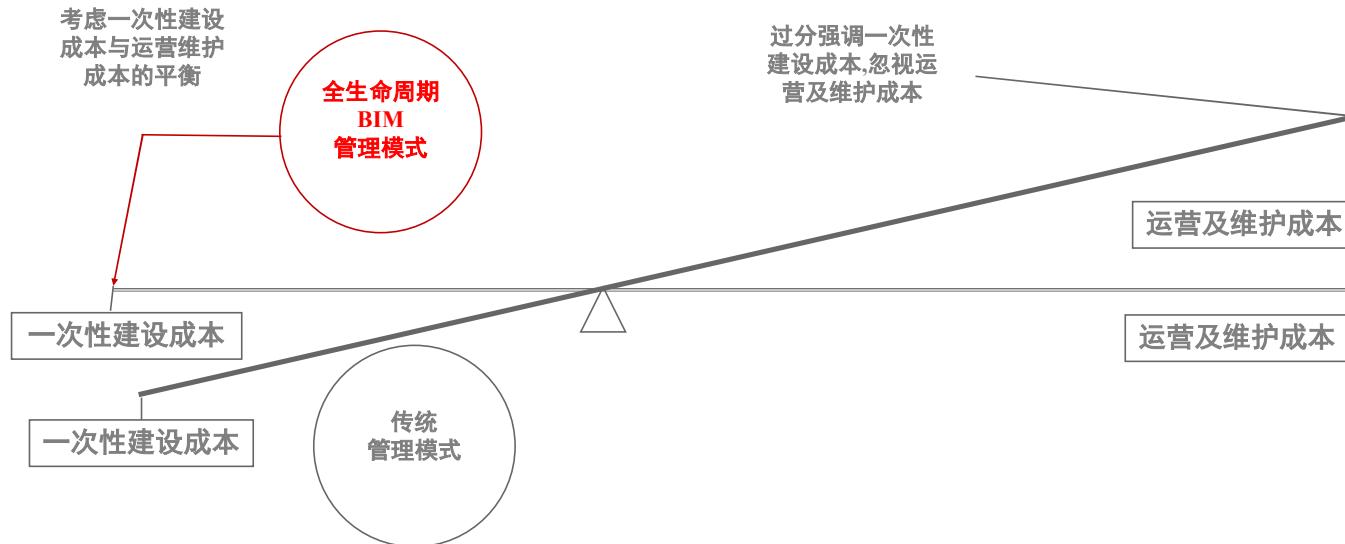


BIM应用目标及流程



1.2

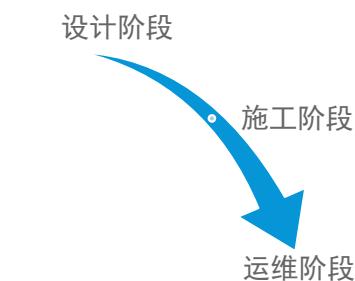
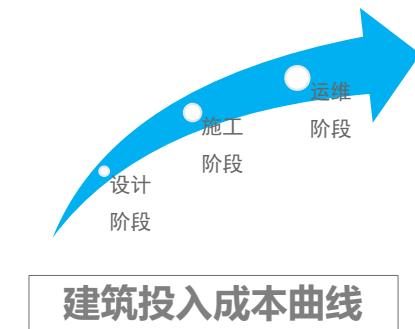
BIM应用目标及流程



把运维需求落实到施工中: 包含设备选型、传感器增加、传输数据类型整合

把设计、施工的信息延伸到运维中: 例如设计荷载录入到后期建筑改造中，施工工艺及材料设备采购信息录入到后期运维保养中

通过BIM技术使得设计、施工中产生的大量信息无缝化转接到运维管理中



建筑衍生信息量曲线



一、BIM技术应用难点及提高精度办法

BIM模型精细度影响因素

- 建模人员专业能力不足
- 设计变更
- 图纸问题
- 施工误差
- 建模人员操作失误

通过最新高精度三维扫描技术真实还原现场，工作量比传统的建模方式高出3倍以上。

- 1 材质
采用**材质采集器**
- 2 幕墙、屋面、景观
采用**扫描无人机**
- 3 室内、地下室
采用**三维激光扫描仪**
- 4 隐蔽工程
采用**工业便携式X光透视仪**
- 5 细部节点、构造
采用**卷尺、激光测距仪实测实量**

1.3

BIM应用管理保障及措施

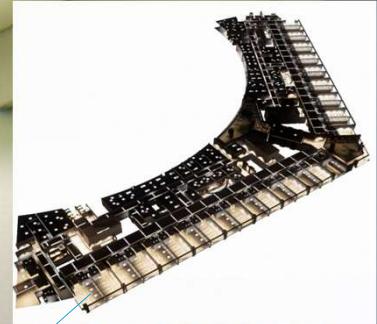
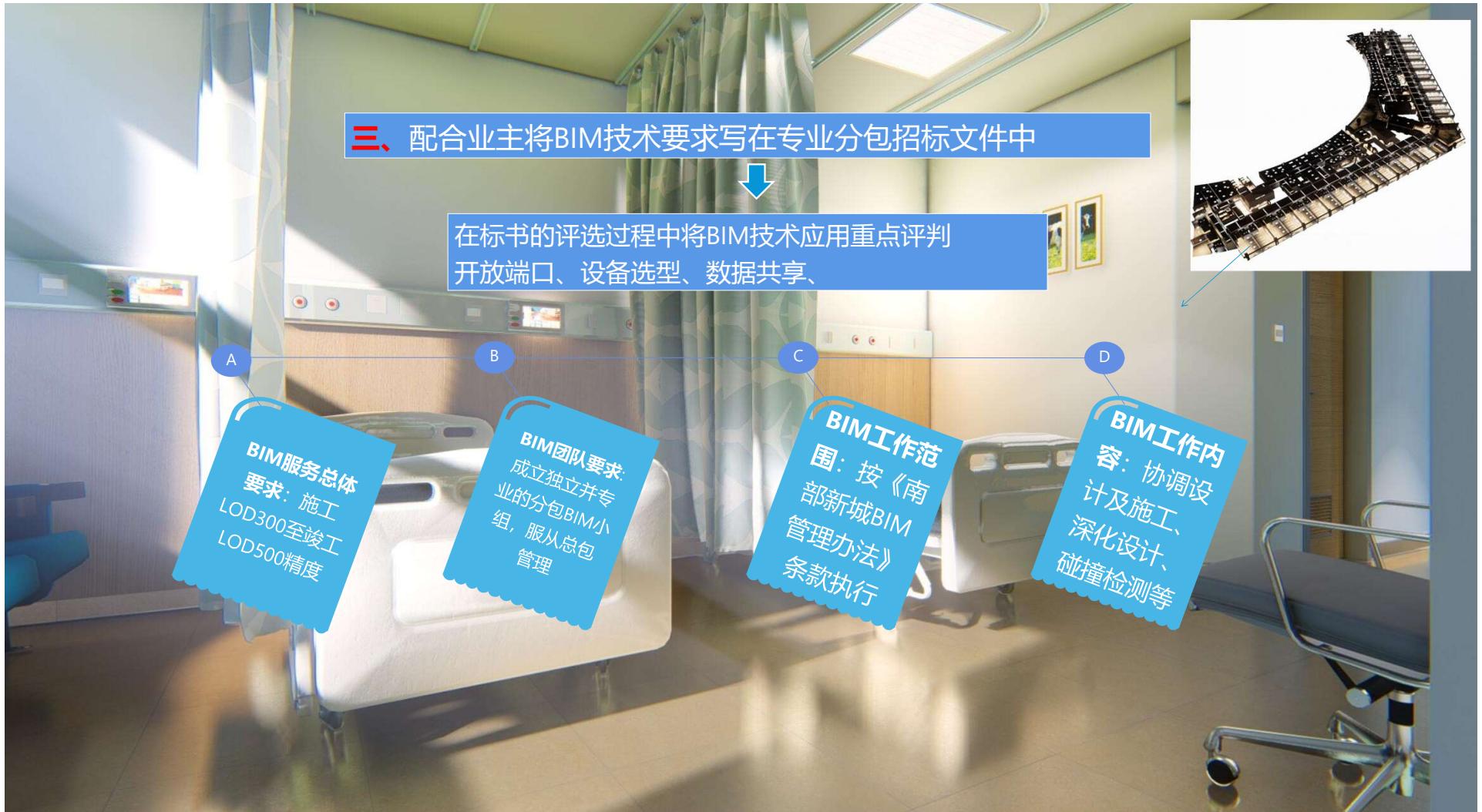
二 成立BIM小组

南部新城医疗中心成立了BIM攻坚小组，真正把BIM结合到了现场施工以及后期运维阶段，小组成员有30人，囊括了总承包项目部全体工程部、技术部、质量部及机电、幕墙、智能化、医疗专项等施工技术骨干，我局首次通过BIM技术对医疗建筑实现专业全覆盖，全过程、无死角应用。



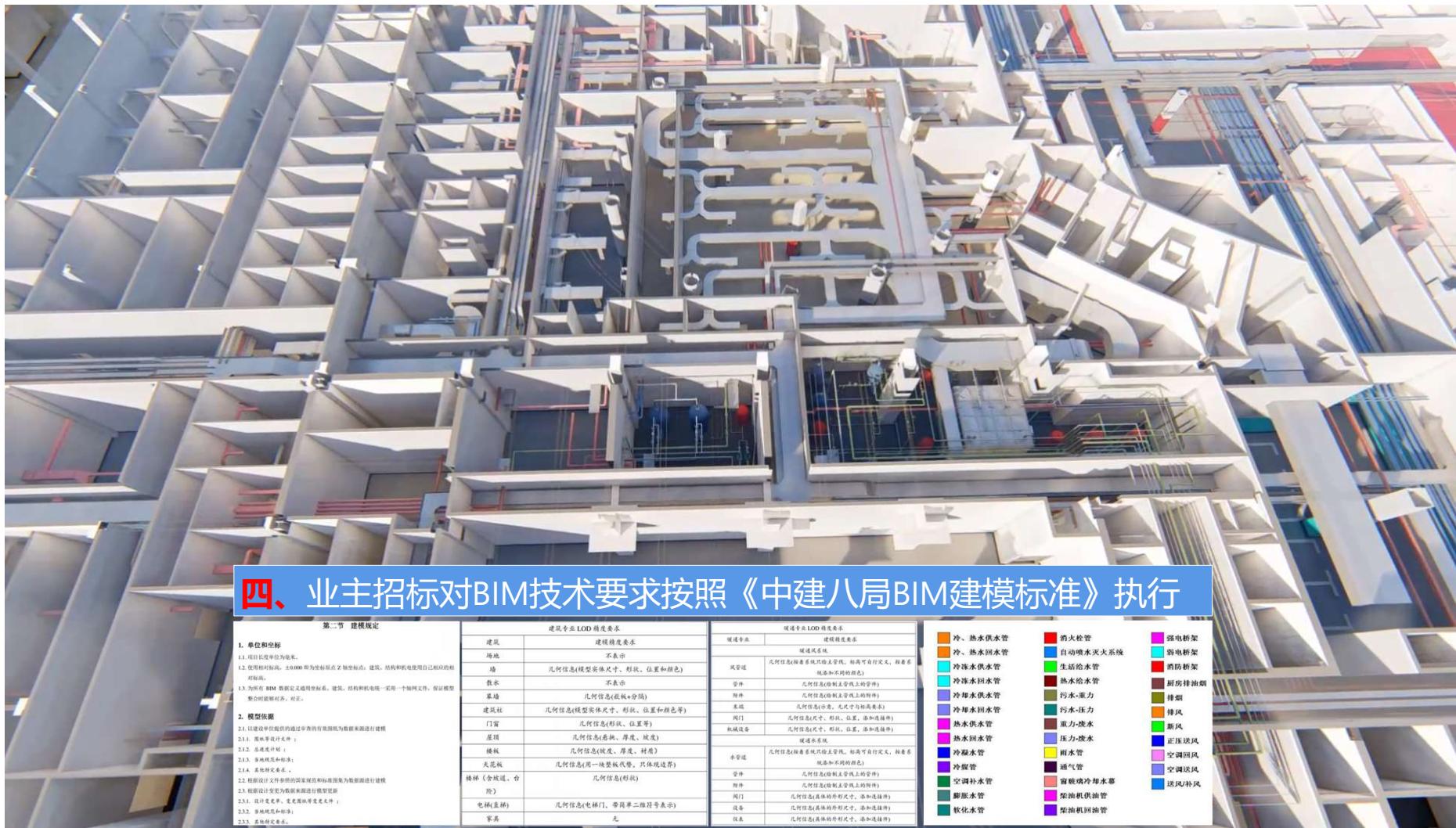
1.3

BIM应用管理保障及措施



1.3

BIM应用管理保障及措施

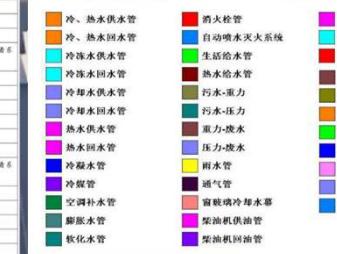


四、业主招标对BIM技术要求按照《中建八局BIM建模标准》执行

第二节 建模概述

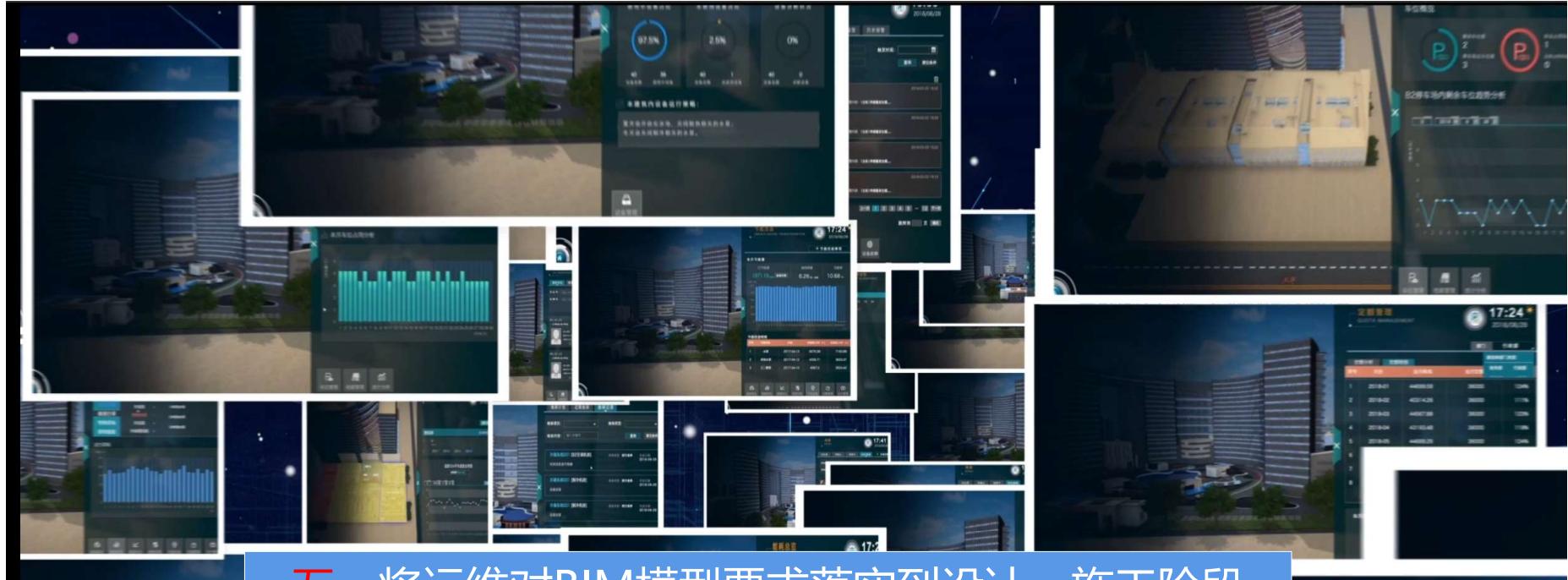
建筑专业 LOD 精度要求	
建筑	建模精度要求
场地	不表示
墙	几何信息(模型实体尺寸、形状、位置和颜色)
散步	不表示
幕墙	几何信息(板状+分隔)
建筑柱	几何信息(模型实体尺寸、形状、位置和颜色等)
门窗	几何信息(形状、位置等)
屋顶	几何信息(面积、厚度、坡度)
楼板	几何信息(板状、厚度、类型)
天花板	几何信息(用一块整板代替，只体现逻辑)
楼梯	几何信息(形状)
电梯(楼梯)	几何信息(电梯门、带简单二维符号表示)
家具	无

项目专业	送风专业 LOD 精度要求	进风专业要求
送风系统		
风管道	几何信息(包括风管的尺寸、形状、转角、风管走向及风量、风压和风向的标注)	
部件	几何信息(包括风管上的部件)	
附件	几何信息(包括风管上的附件)	
末端	几何信息(含名、图号、标注尺寸)	
阀门	几何信息(含名、图号、位置、连接件连接)	
机械设备	几何信息(含名、图号、位置、连接件连接)	
送风系统		
水管道	几何信息(管道的尺寸、形状、转角、风管走向及风量、风压和风向的标注)	
部件	几何信息(管道上的部件)	
附件	几何信息(管道上的附件)	
末端	几何信息(含名、图号、标注尺寸)	
设备	几何信息(含名、图号、位置)	
仪表	几何信息(含名、图号、位置、标注尺寸)	



1.3

BIM应用管理保障及措施



五、将运维对BIM模型要求落实到设计、施工阶段

中建八局第二建设有限公司 BIM 运维标准

BIM模型整体要求		
1. 建筑模型与现场模型整体要求。		
2. 各专业模型属性全面反映图例要求，包括二类设计图的基本信息，以及建筑、构件的说明、标注的偏差和几何尺寸、对素名、材料信息、系统信息、型号等参数。		
3. 应满足系统交付上墙模型（含建筑结构部分）、土建模型根据分块下部分物理上部分，便于区分分层基座、分段和分速率，地上部分应细分楼层、分楼层、分段。		
4. 上墙模型根据应满足区域模块分割。		
5. 必须经过“精量化处理”，如在 revit 中需要清除模型中多余的未使用或废弃子在 SketchUp 模型。		
6. 模型需要全面关联图例标注信息，关于模型定位及项目基准点的设置。		
7. 制图时，需添加轴线基准点。		
8. 土建土体号：		
a) 凡对正坡地采纳土平基、灌浆土脚作类型，灌浆土需要带坡和截面尺寸。		
b) 塑钢道路土材料和轻型混凝土构件需要同时包含灌浆土截面和塑钢圆的参数；		
9. 二次隔墙墙体（包括构造柱、导墙、过梁等，一批墙体构件模型）深化。		

专业	建模项目	运维模型要求
建筑	墙	尺寸要求与现场实际一致、附材质与现场实际颜色样式一致、位置准确
	建筑柱	尺寸要求与现场实际一致、附材质与现场实际颜色样式一致、位置准确
	门窗	门窗的厂商信息
	屋顶	尺寸要求与现场实际一致、附材质与现场实际颜色样式一致、位置准确
	楼梯	尺寸要求与现场实际一致、位置准确
	天花板	尺寸要求与现场实际一致、附材质与现场实际颜色样式一致、位置准确
给排水	便池、坡道、台阶	尺寸要求与现场实际一致、位置准确
	电梯	位置准确、包含技术参数、供应商信息
	板	尺寸要求与现场实际一致、位置准确
	梁	尺寸要求与现场实际一致、位置准确
	柱	尺寸要求与现场实际一致、位置准确
	梁柱节点	尺寸要求与现场实际一致、位置准确
暖通	墙	尺寸要求与现场实际一致、附材质与现场实际颜色样式一致、位置准确
	吊顶及吊环	尺寸要求与现场实际一致、位置准确
	基础	尺寸要求与现场实际一致、位置准确
	钢柱	尺寸要求与现场实际一致、位置准确
	钢桁架	尺寸要求与现场实际一致、位置准确

专业	建模项目	运维模型要求
给排水	倒架	尺寸要求与现场实际一致、位置准确
	倒挂架	尺寸要求与现场实际一致、位置准确
	管道	位置准确、包含厂家、型号等信息
	阀门	位置准确（包含出厂厂家、型号、规格等）
	附件	位置准确（包含出厂厂家、型号、规格等）
	仪表	位置准确（包含出厂厂家、型号、规格等）
暖通	卫生器具	位置准确（包含出厂厂家、型号、规格等）
	设备	位置准确（包含出厂厂家、型号、规格等）
	管道	
	管件	
	末端	位置准确（包含出厂厂家、型号、规格等）
	阀	
暖通	设备	
	仪表	

1.3

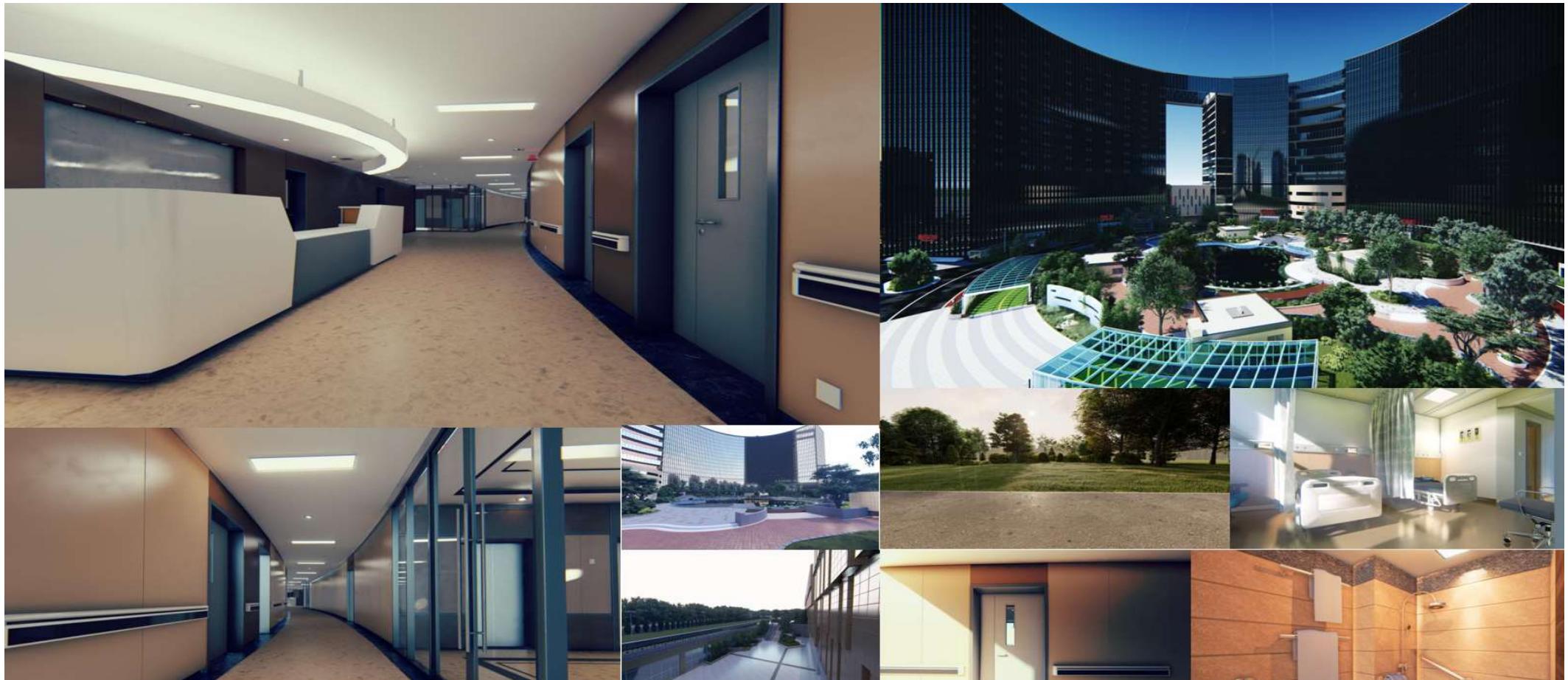
BIM应用管理保障及措施



5.1 机电运维标准概述：系统专业模型属性需全面反映图纸信息，包括二维设计图纸的基本信息，以及电气、给排水、暖通、消防系统图纸及设计说明中所涉及的信息如几何信息、对象名称、系统信息、型号信息等。

1.3

BIM应用管理保障及措施



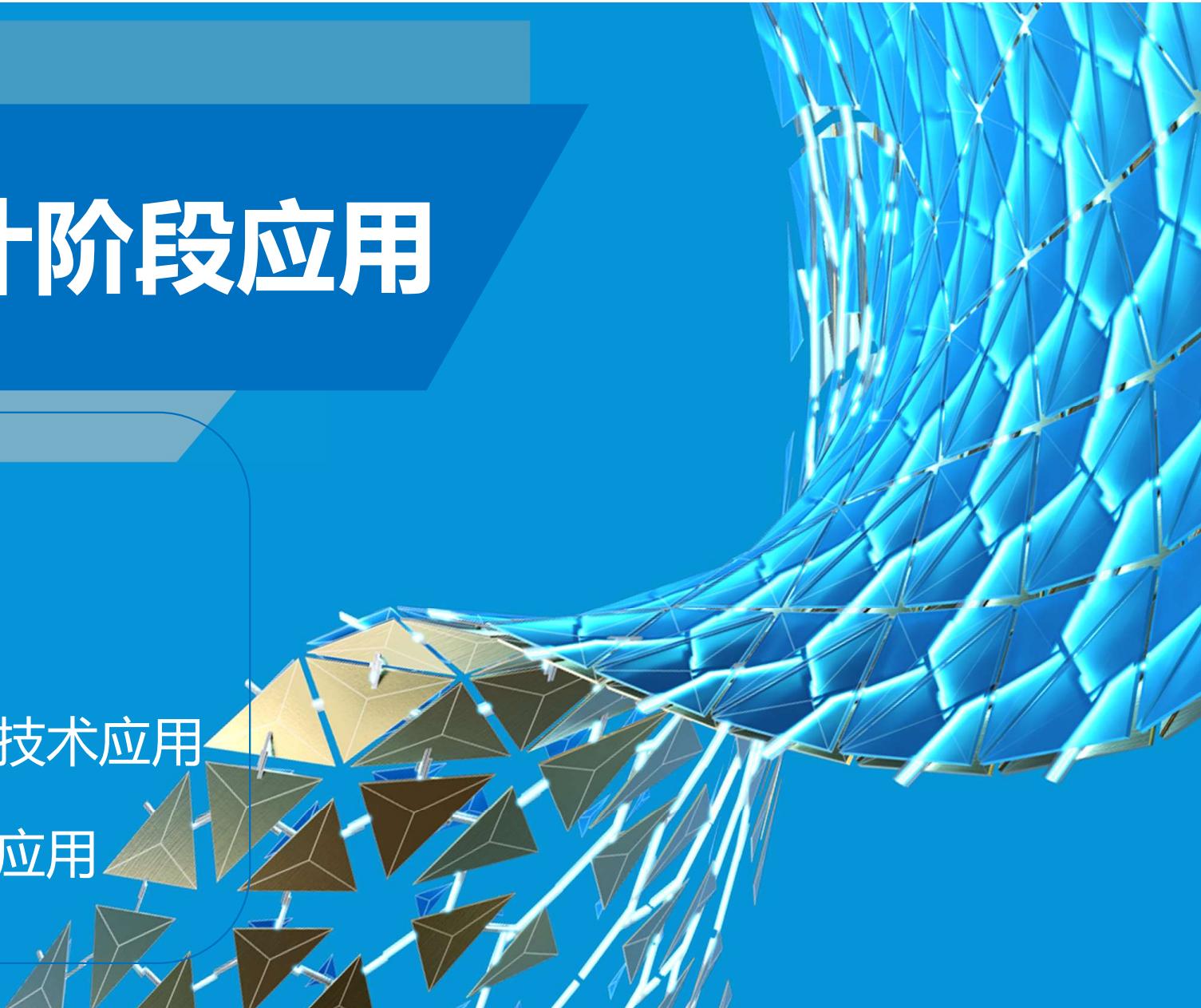
5.2 建筑运维标准概述：各专业模型属性需全面反映图纸信息，包括二维设计图纸的基本信息，以及建筑、结构说明中涉及的信息如几何信息、对象名称、材料信息、系统信息、型号信息及施工工艺信息等。

PART

2

设计阶段应用

- 2.1 方案比选
- 2.2 设计模型搭建
- 2.3 BIM+3D打印技术应用
- 2.4 BIM+VR技术应用



2.1

方案评选

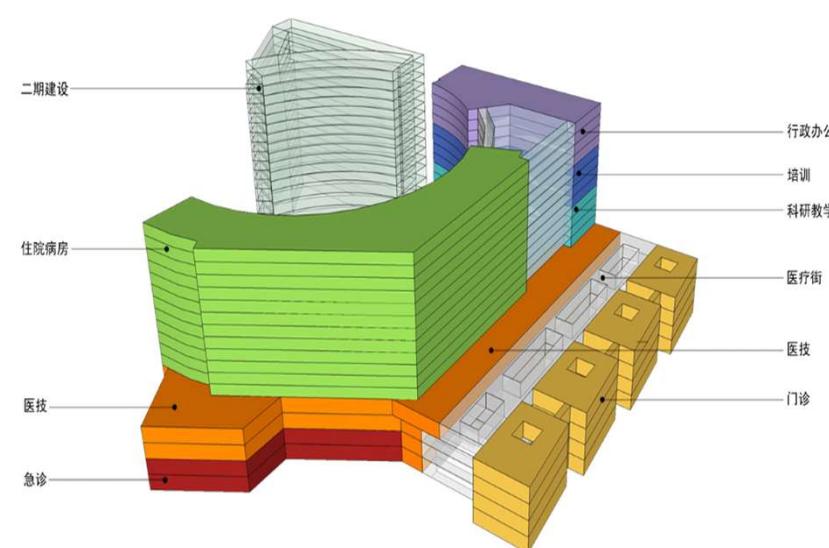
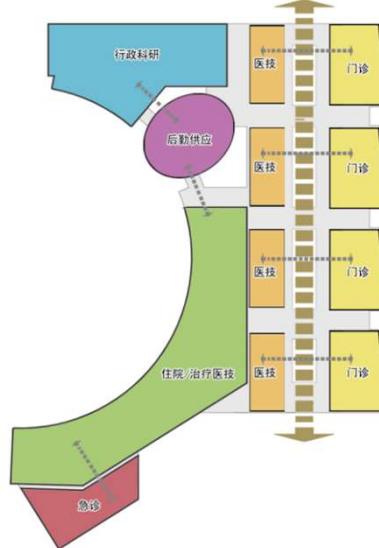


在方案设计阶段介入，通过BIM技术给方案评选工作做出技术支持。



2.1

方案评选



设计理念BIM复核：

- 因形就势—遵从原生环境的自然体系
- 与时俱进—纳入城市发展的规划框架
- 集中共享—构建简洁高效的医疗体系
- 方正圆融—创建和谐辩证的主体表达

功能分区BIM复核：

- 门诊楼
- 急诊楼
- 科研新政楼
- 住院楼

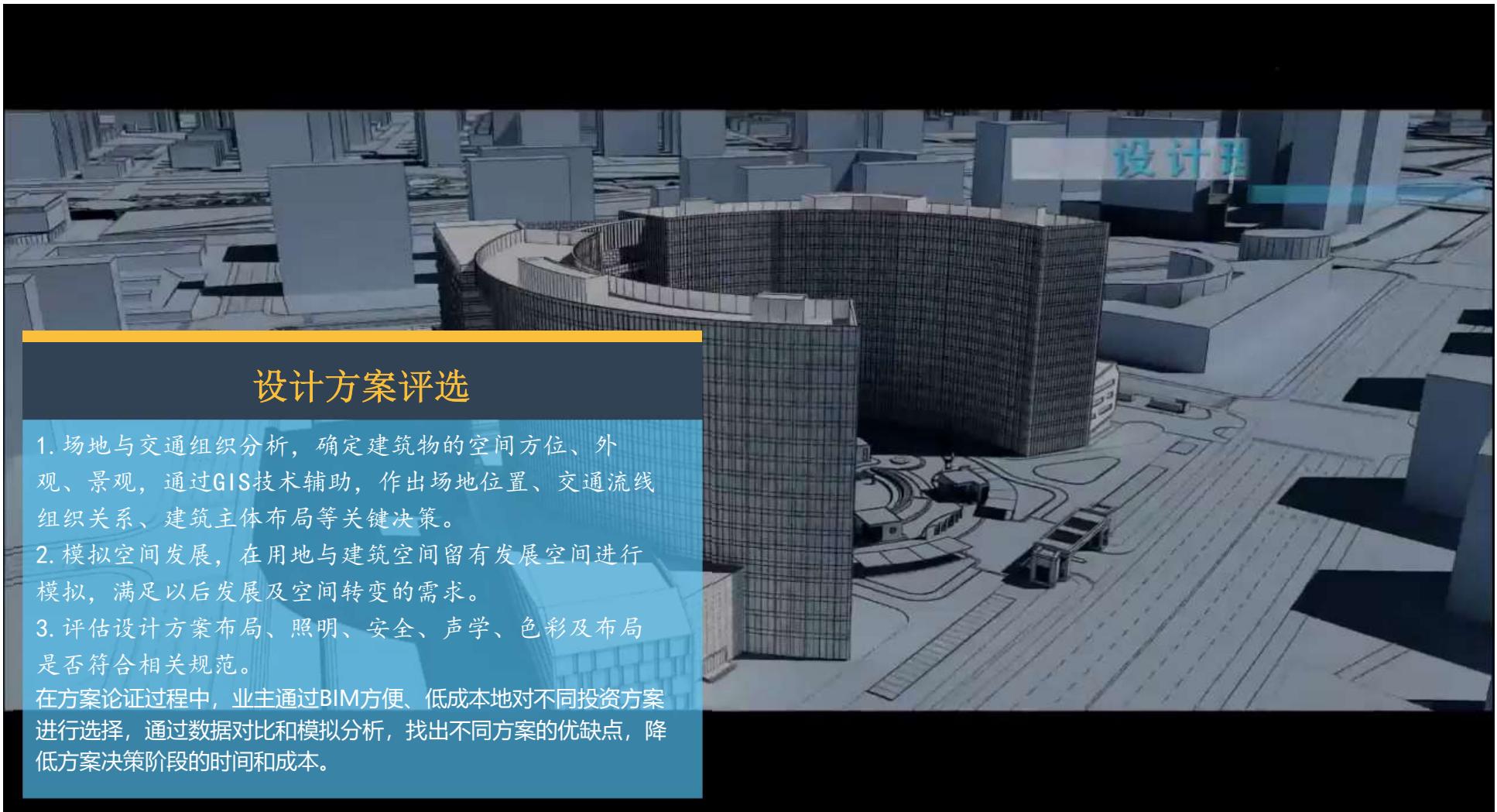
交通BIM复核：

- 门诊线流
- 急诊线流
- 探视线流
- 公交、出租车线流



2.1

方案评选-性能化分析



设计方案评选

1. 场地与交通组织分析，确定建筑物的空间方位、外观、景观，通过GIS技术辅助，作出场地位置、交通流线组织关系、建筑主体布局等关键决策。
2. 模拟空间发展，在用地与建筑空间留有发展空间进行模拟，满足以后发展及空间转变的需求。
3. 评估设计方案布局、照明、安全、声学、色彩及布局是否符合相关规范。

在方案论证过程中，业主通过BIM方便、低成本地对不同投资方案进行选择，通过数据对比和模拟分析，找出不同方案的优缺点，降低方案决策阶段的时间和成本。

2.2

BIM设计模型的搭建



2.3

BIM + 3D打印技术应用



项目通过BIM技术，使得设计师真正的回到了三维世界，采用三维设计的思考方式完成建筑设计，同时也使得业主真正摆脱了技术壁垒的限制，能够及时了解项目投资与回报，采用3D打印技术，将项目通过1:100比例以沙盘的形式呈献给业主。



2.4

BIM+VR技术应用



将以往的线条式图纸以形成三维实体实物模型展示给业主及设计师，使得参建方沟通、讨论、决策都在可视化的状态下进行。

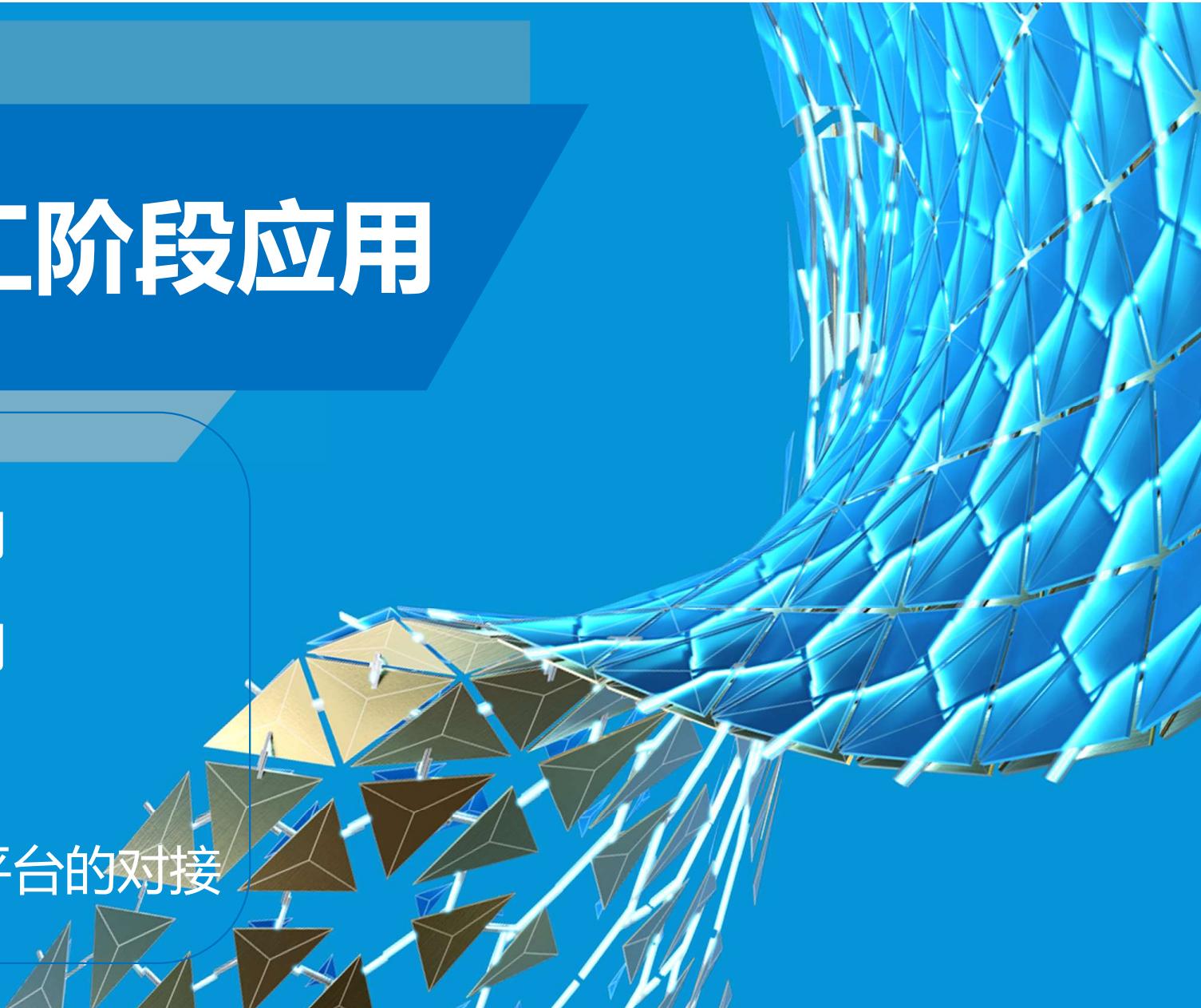


PART

3

施工阶段应用

- 3.1 重点BIM技术应用
- 3.2 常规BIM技术应用
- 3.3 竣工模型整合
- 3.4 竣工模型与运维平台的对接



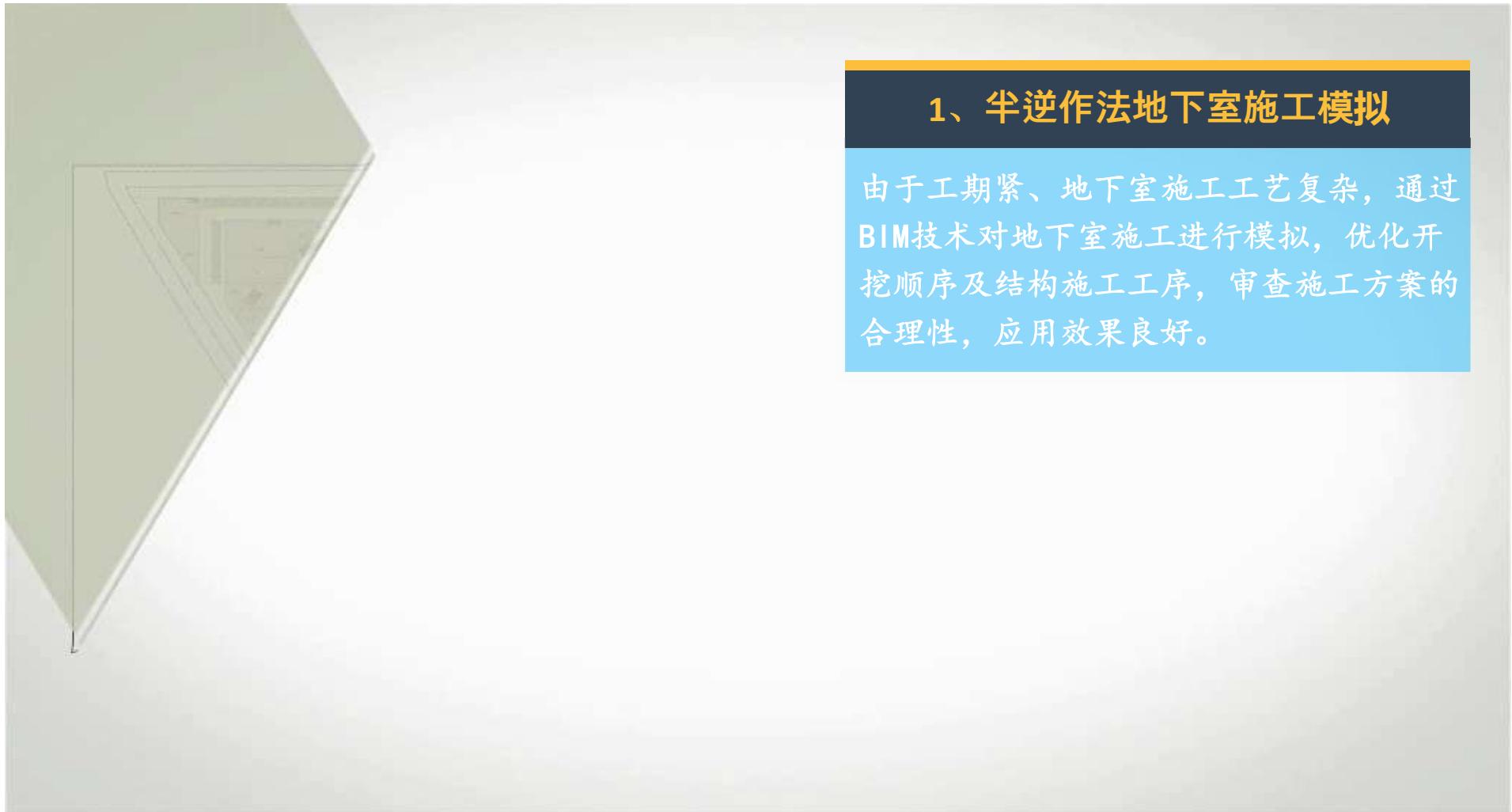
3.1

重点BIM技术应用



3.1

重点BIM技术应用-结构-地下室



1、半逆作法地下室施工模拟

由于工期紧、地下室施工工艺复杂，通过BIM技术对地下室施工进行模拟，优化开挖顺序及结构施工工序，审查施工方案的合理性，应用效果良好。



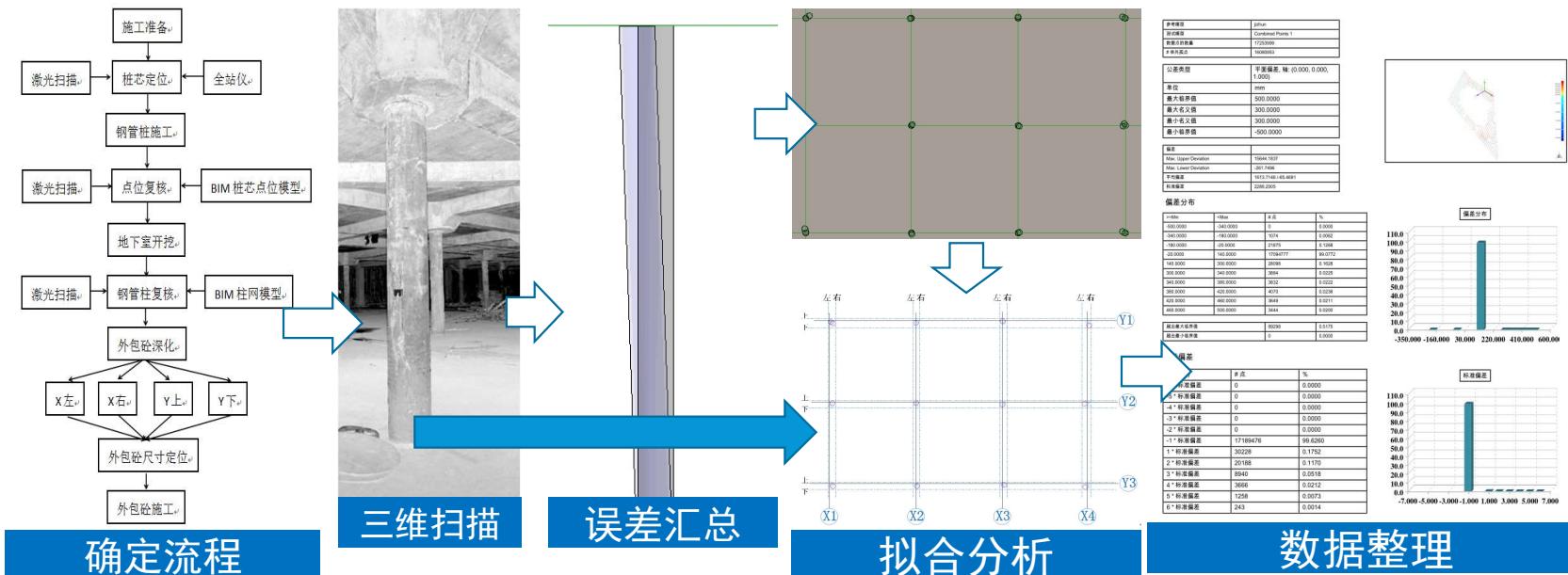
3.1

重点BIM技术应用-结构-地下室

2

半逆作法钢管柱外包砼BIM检测及优化工法

逆作法施工中钢管柱垂直度及成型质量一直是困扰工程界难题，本工法通过BIM+三维扫描技术对地下室柱进行拟合分析，确定外包砼尺寸，施工成型效果良好美观，形成工法。效果图



3.1

重点BIM技术应用-结构-主体结构



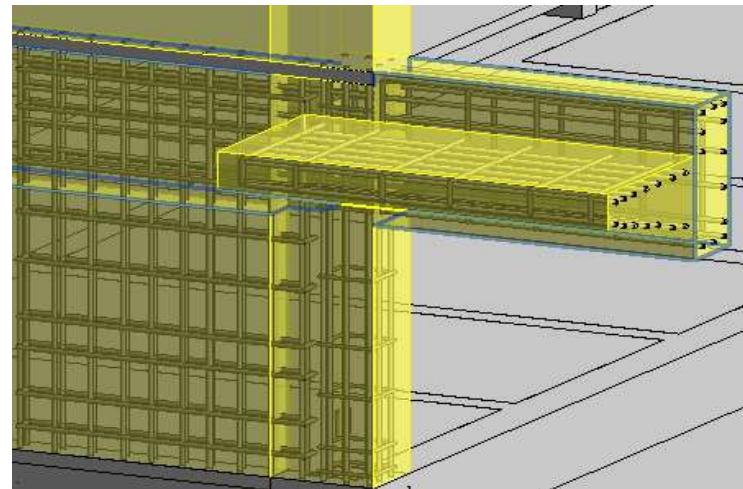
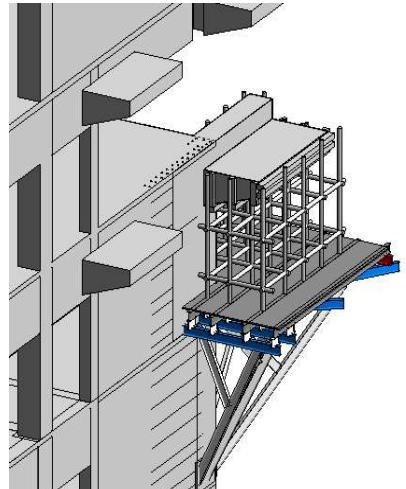
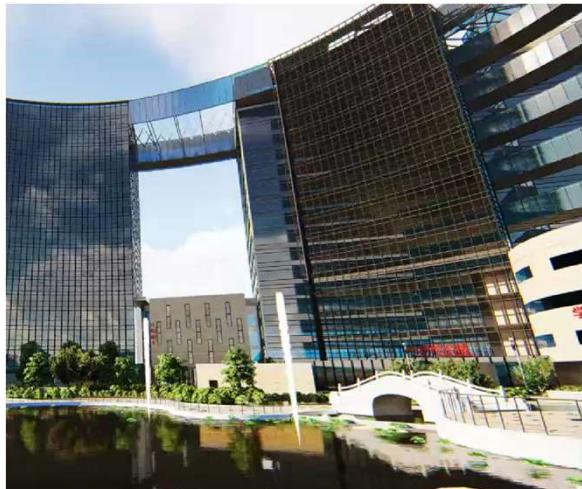
3.1

重点BIM技术应用-结构-牛腿

1

高空大跨悬挑牛腿支架布置的研究

本工程科研行政楼17层（标高62.45m）、机房层（标高66.25m）部位存在悬挑梁和悬挑牛腿，横向悬挑1.8m，纵向挑出2.78m，属于高空大悬挑混凝土结构，悬挑部位设有剪力墙与暗柱，节点处钢筋密集。计划采用悬挑工字钢上架设支架，施工难度极大。



由于前期地上部分施工，现场剩余较多14#和20#的工字钢，需要在保证结构稳定的情况下尽可能利用。

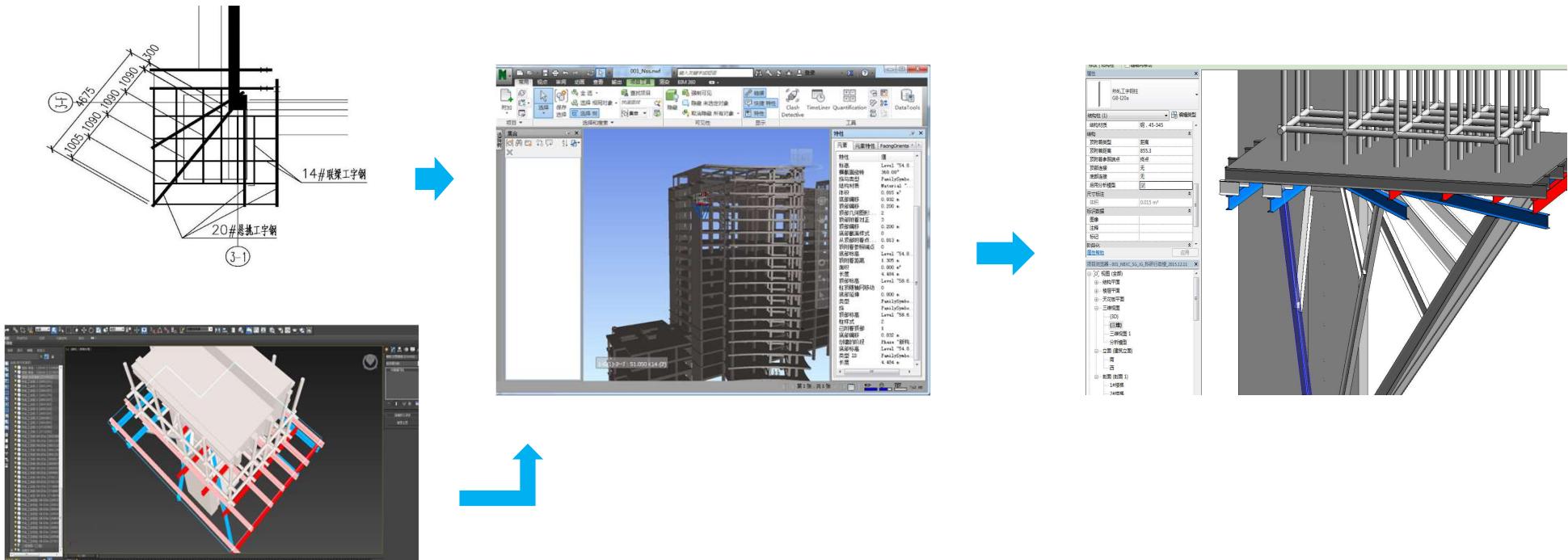
需要更经济合理的确定模架体系，更加方便安全且易于拆除。

3.1

重点BIM技术应用-结构-牛腿

2 高空大跨悬挑牛腿支架布置的研究

使用BIM技术的4D、5D维度，结合时间（进度）、资源投入，绘制全工况模拟漫游三维图形，对悬挑牛腿施工过程中将遇到的各种工况进行预先模拟，得出结论，最终确定悬挑结构的施工方案。



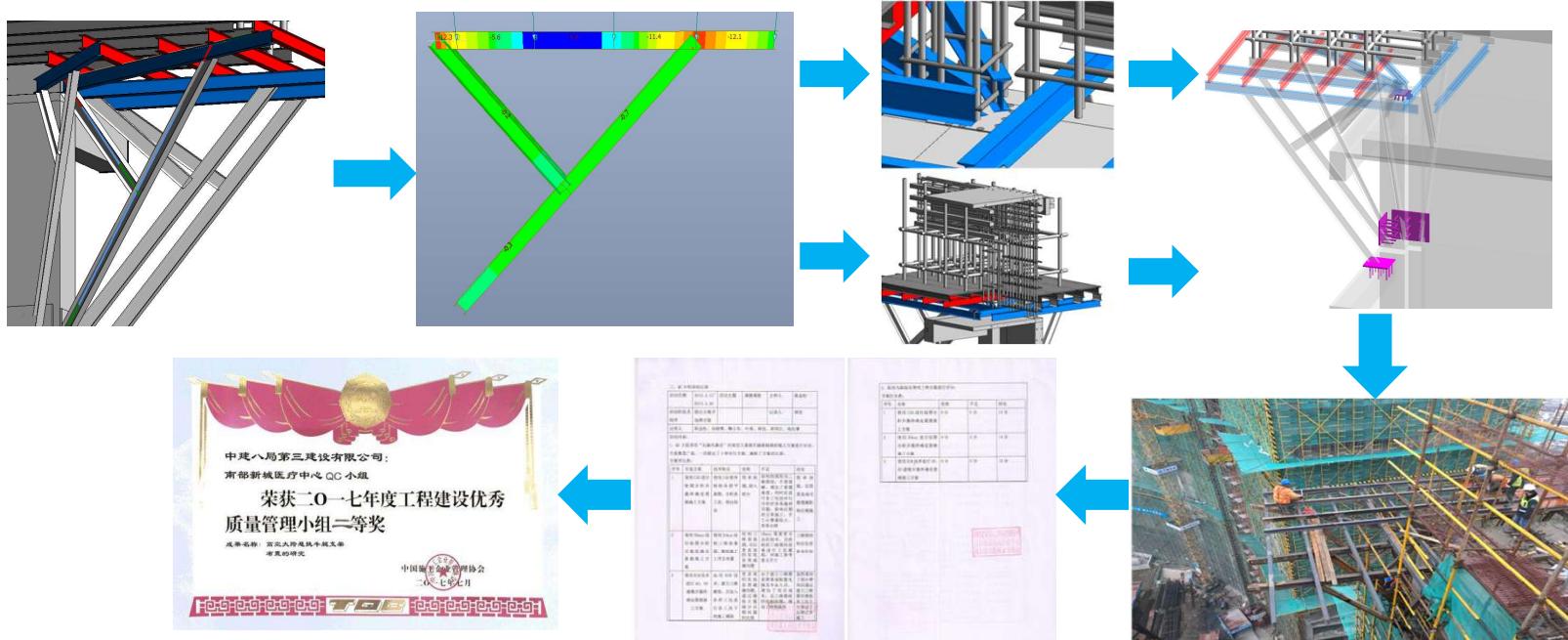
3.1

重点BIM技术应用-结构-牛腿

3

高空大跨悬挑牛腿支架布置的研究

在已完成的模型上进行悬挑钢梁布置，并优先使用现场已有的工字钢型号进行设计，并将分析模型导出，运用ROBOT和MADAS软件进行悬挑体系的稳定性验算，在确保现场材料充分周转的情况下确保结构的安全。



二、奖励情况表	
获奖项目	中建八局第三建设有限公司：南都新城医疗中心 QC 小组
获奖等级	荣获二〇一七年度工程建设优秀质量管理小组二等奖
成果名称	高跨大跨悬挑牛腿支架布置的研究
中国质量协会	二〇一七年七月

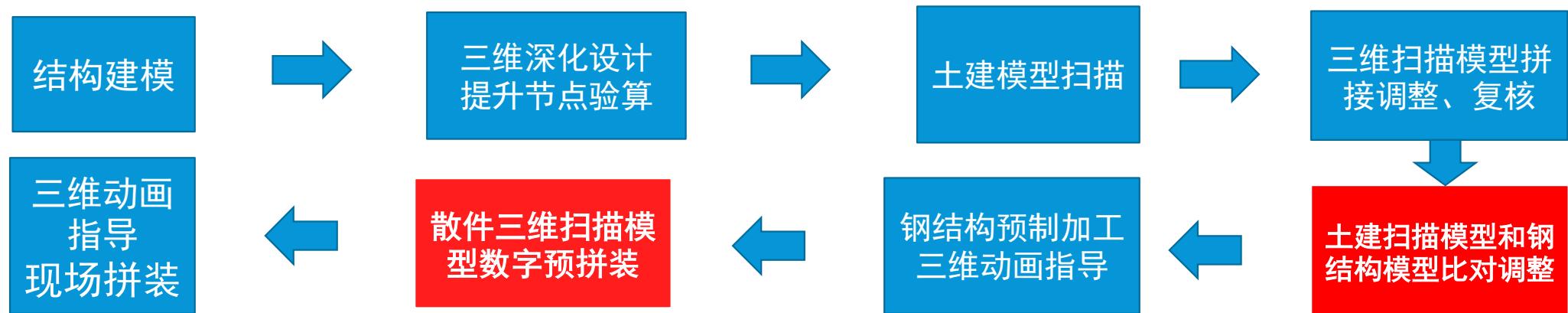
3.1

重点BIM技术应用-结构-钢结构

1

高空钢结构连廊HCl施工

本项目住院楼A~住院楼B之间有五层高空钢连廊，吊装施工难度较大，采用BIM技术模拟施工，及对吊装点采用revit robot模拟吊装点载荷。

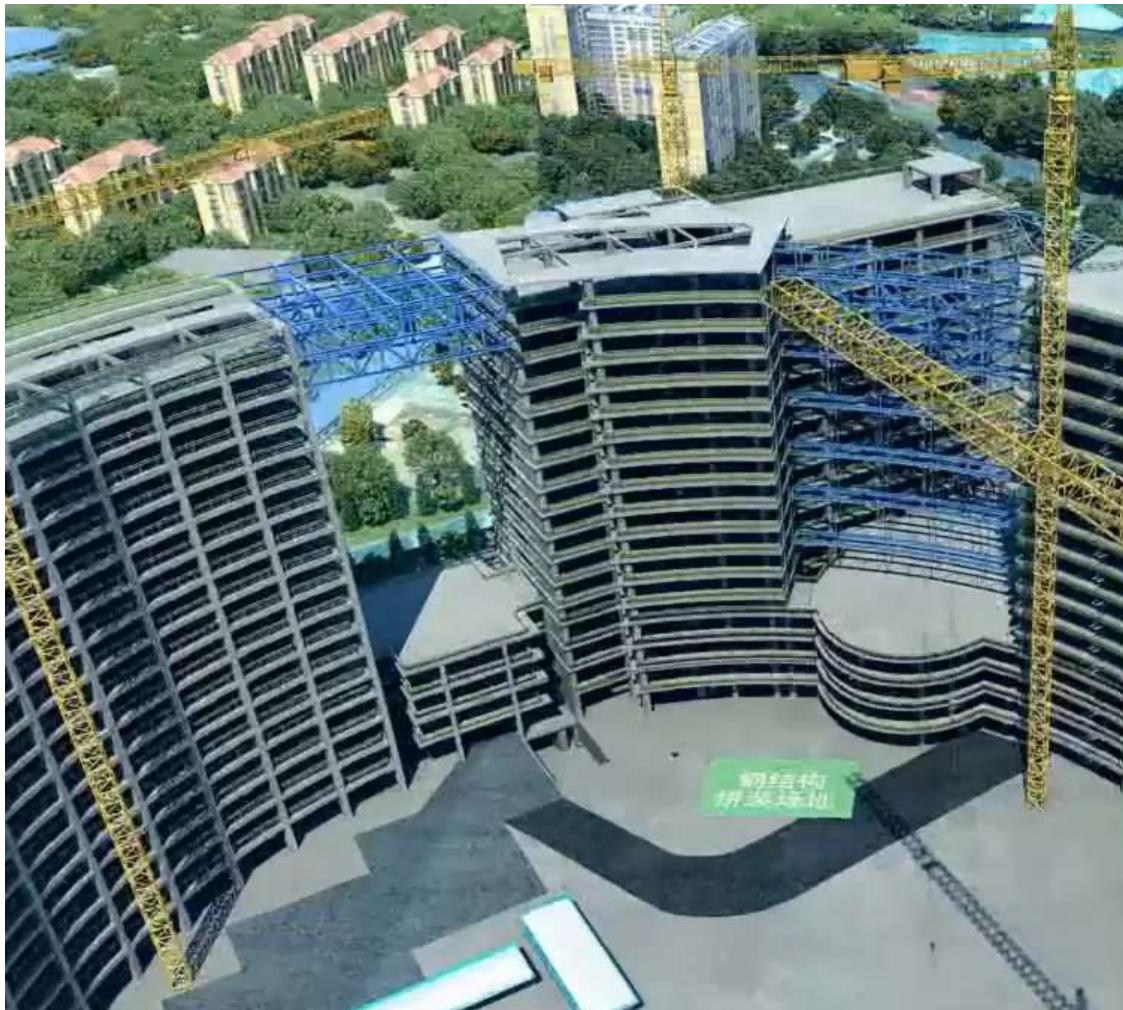


关键节点

1. 土建扫描模型和钢结构模型比对调整；
2. 散件三维扫描模型数字预拼装；
3. 配合完成钢结构连廊的吊装方案编制工作。

3.1

重点BIM技术应用-结构-钢结构



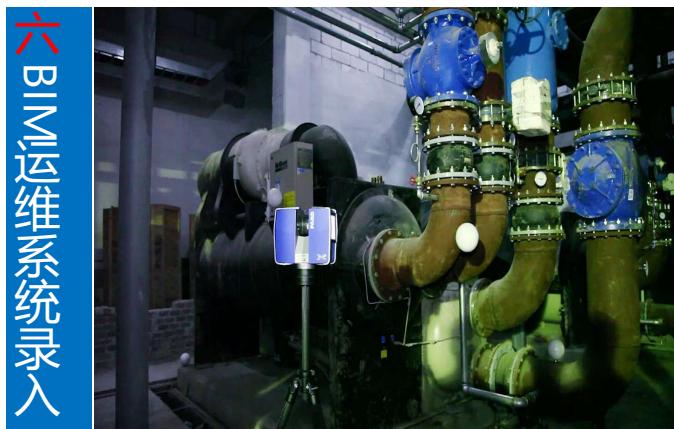
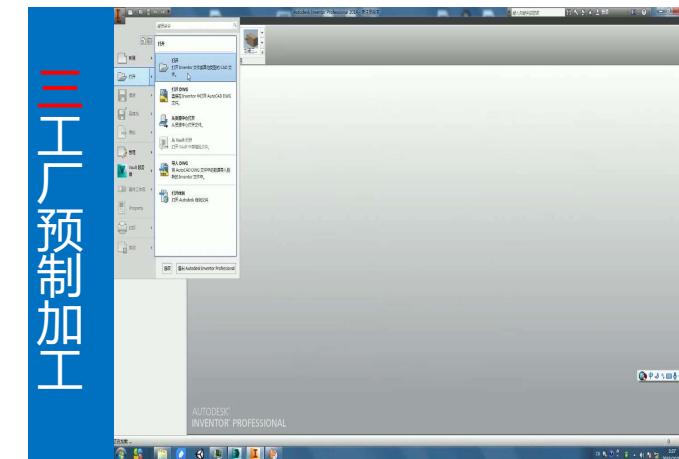
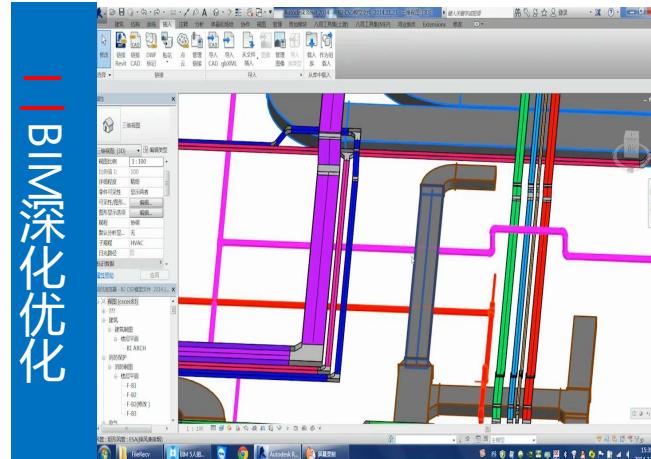
5.高空钢连廊HCl施工

传统CAD平台，业内各种分析软件都必须通过手动输入数据开展分析计算，导致结构性能化设计与施工安全计算发生严重脱节的现象。

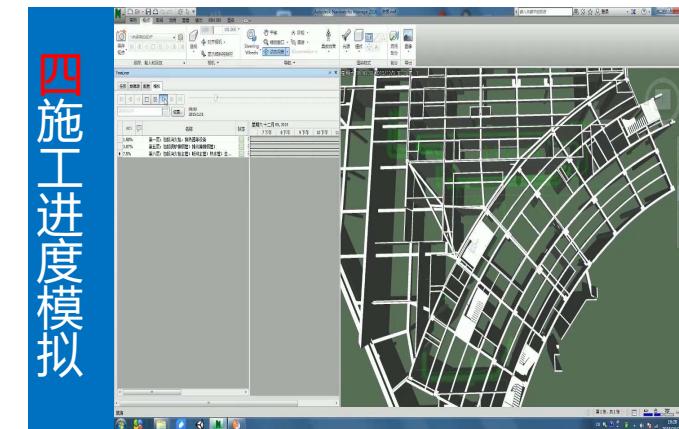
本项目住院楼A~住院楼B之间有五层高空钢连廊，吊装施工难度较大，采用BIM技术模拟施工，及对吊装点采用revit robot模拟吊装点载荷应力应变，保证施工安全，BIM模型包含了钢结构完整的设计信息，降低了起性能化分析周期，提高了施工进度与质量。

3.1

重点BIM技术应用-机电-施工应用



电蒸桥架明细表						
宽度	尺寸	标记	长度	单重	重量	单重
600 mm	600 mm*100 mm	151	槽式电镀锌型-梁电	13533	0.550	3000 mm
600 mm	600 mm*100 mm	156	槽式电镀锌型-梁电	13530	0.550	3000 mm
600 mm	600 mm*100 mm	155	槽式电镀锌型-梁电	13530	0.550	3000 mm
600 mm	600 mm*100 mm	361	槽式电镀锌型-梁电	13527	0.550	3000 mm
600 mm	600 mm*100 mm	264	槽式电镀锌型-梁电	13531	0.550	3000 mm
600 mm	600 mm*100 mm	265	槽式电镀锌型-梁电	13530	0.550	3000 mm
600 mm	600 mm*100 mm	360	槽式电镀锌型-梁电	13519	0.550	3000 mm
600 mm	600 mm*100 mm	369	槽式电镀锌型-梁电	13565	0.550	3000 mm
600 mm	600 mm*100 mm	210	槽式电镀锌型-梁电	13514	0.550	2000 mm
600 mm	600 mm*100 mm	172	槽式电镀锌型-梁电	13565	0.550	3000 mm
600 mm	600 mm*100 mm	213	槽式电镀锌型-梁电	13540	0.550	2000 mm
600 mm	600 mm*100 mm	173	槽式电镀锌型-梁电	13540	0.550	3000 mm
600 mm	600 mm*100 mm	168	槽式电镀锌型-梁电	13519	0.550	3000 mm
600 mm	600 mm*100 mm	390	槽式电镀锌型-梁电	13561	0.550	3000 mm
600 mm	600 mm*100 mm	391	槽式电镀锌型-梁电	13561	0.550	3000 mm
600 mm	600 mm*100 mm	392	槽式电镀锌型-梁电	13514	0.550	3000 mm
600 mm	600 mm*100 mm	163	槽式电镀锌型-梁电	13534	0.550	3000 mm

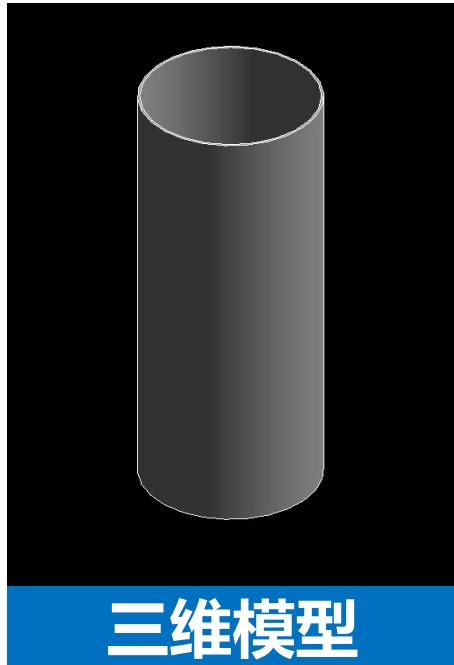


3.1

重点BIM技术应用-机电-材料封样库

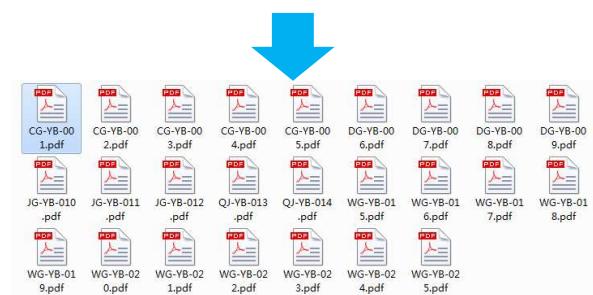
1 材料封样库建设

机电水风管安装节、单元幕墙、设备封样库建设，为后期精细化运维中维保、备品备件系统做准备。



厂家信息

封样单

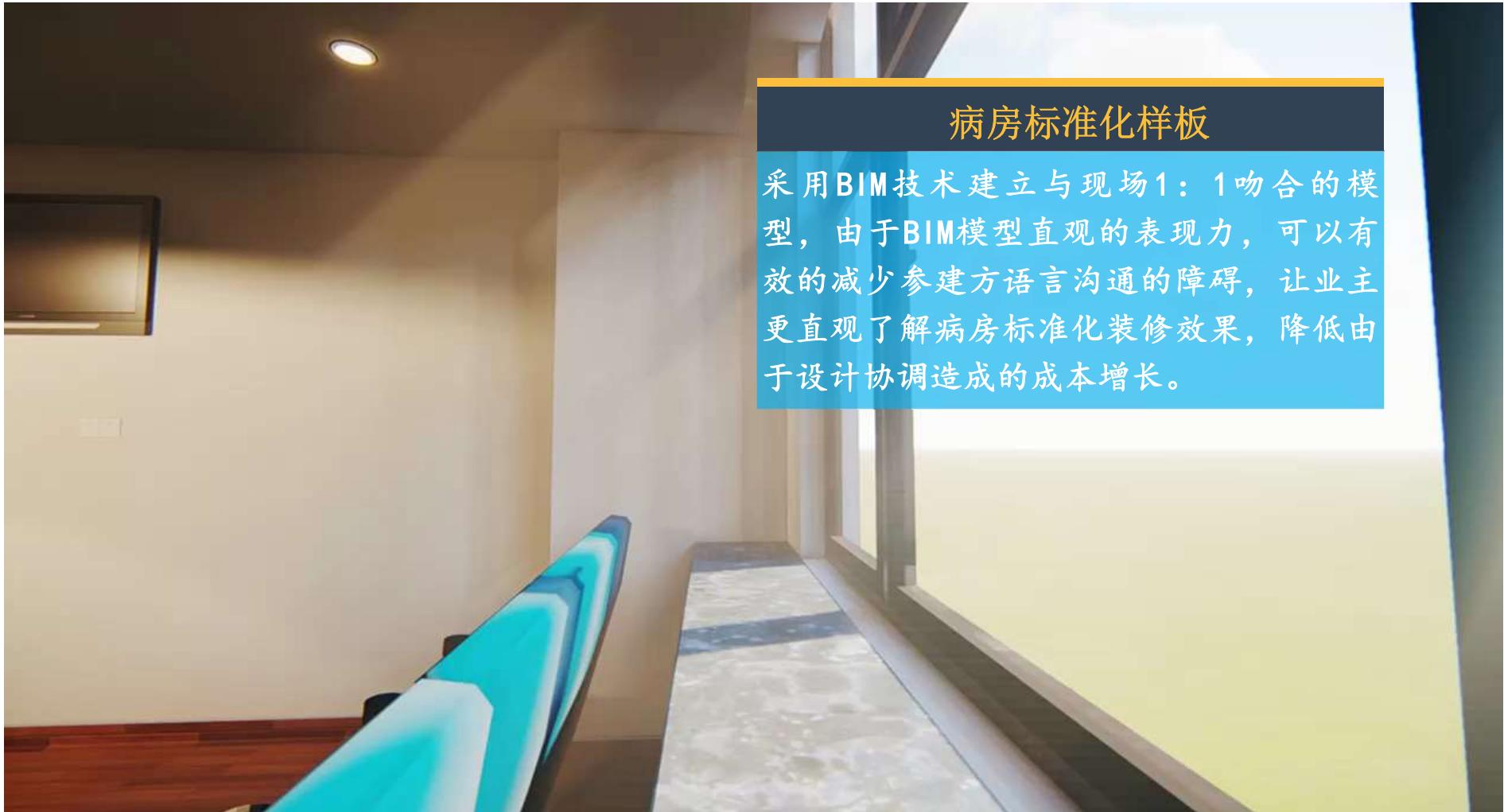


以DN350无缝钢管为例

封样库

3.1

重点BIM技术应用-机电-材料封样库

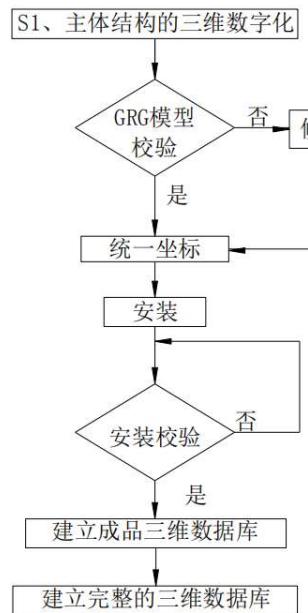


3.1

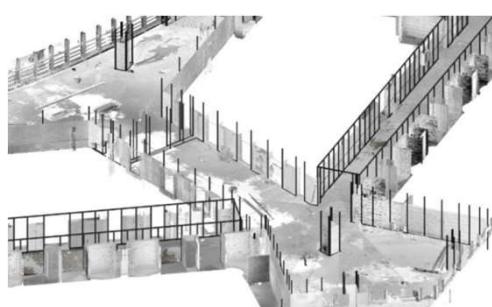
重点BIM技术应用-建筑-精装

1 GRG三维数字化精装修施工

通过三维技术，根据现场需要安装的 GRG 工程信息建立主体结构的三维数字化模型，提前预知并解决精装修施工过程中会出现的碰撞、间隙等施工问题，提高工作效率，同时建立三维坐标作为安装施工的依据，提高精装修安装精度。



确定流程



点云模型



BIM模型

3.1

重点BIM技术应用-建筑-医疗专项

2

医疗专项BIM深化

针对医疗专项重点及复杂房间，对医院手术室、产房、重症监护室等非常重要的部位进行精细化建模，建立医疗专项样板间，多次与医疗设备厂家、医院外科骨干医生、安装单位开医疗专项研讨会，研究医疗设备安装合理性。



门诊楼一层手术室深化



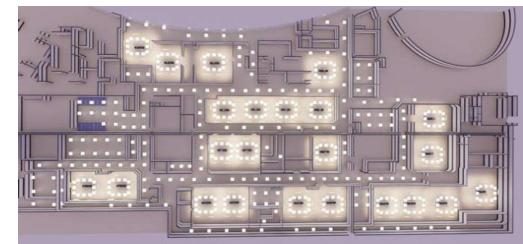
住院楼A二层重症监护病房深化



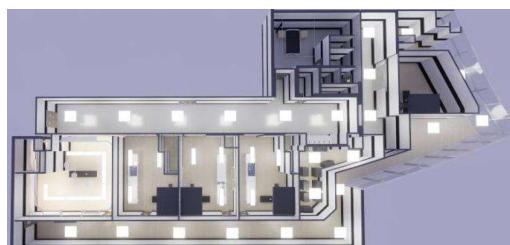
门诊楼三层计划生育手术室深化



门诊楼三层中心供应室深化



门诊楼四层手术室深化



科研新政楼十四层产房深化



住院A 一层清创室深化



住院A 四层造瘘室深化



地下一层数字减影血管造影检查室深化



中建八局第三建设有限公司

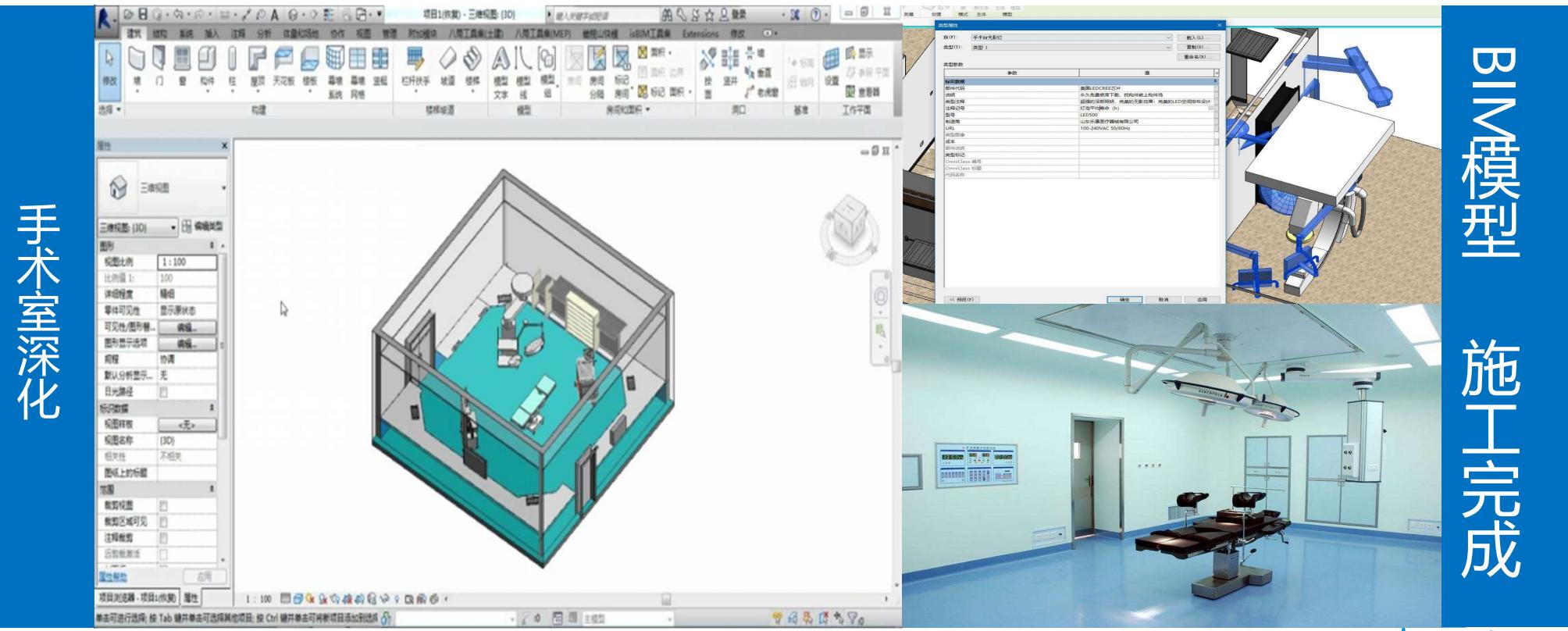
3.1

重点BIM技术应用-建筑-手术室深化

3

医疗专项BIM深化

针对医疗专项重点及复杂房间，对医院手术室、产房、重症监护室等非常重要的部位进行精细化建模，建立医疗专项样板间，建立医疗设备专项族库，模型精度达到LOD500国际标准，方便医院医疗设备维护。



手术室深化

BIM模型
施工完成

3.1

重点BIM技术应用-景观幕墙



景观幕墙

由于cad平台的局限，专业间的数据不具有关联性，BIM技术为协同施工提供了底层支撑，合理制定各专业施工工序及完善各专业施工穿插，通过统一BIM平台以及竣工后的建筑效果，更能指示各分包产品最终效果，漫游场景是景观、幕墙、建筑、钢结构等专业统一管理平台，也为业主展示最终成果。



3.1

重点BIM技术应用-总包管理-施工管理平台

1 施工阶段平台搭建

为了将BIM技术更好的服务于业主，我公司施工及运维准备阶段采用某云平台服务业主，使得总承包、代建、监理、分包沟通零距离，内容更具体。



1.业主方新建一个任务，并指派执行人

2.设计方上传，代办事项中涉及的内容

3.业主查看文件内容并评论中给出意见回复

4.如业主点击不同意，需按照业主提出的评论内容修改，并重新提交

5.业主方重新查看文档直至同意



3.1

重点BIM技术应用-总包管理-施工管理平台

2

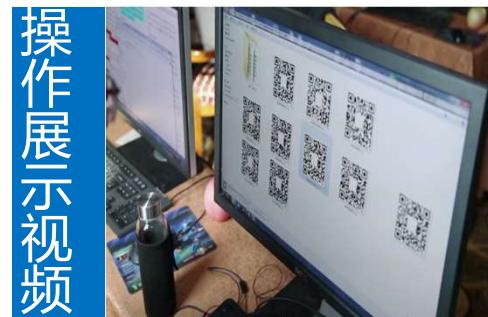
二维码信息管理

项目将BIM技术应用于三维技术交底中，针对工程重点难点及复杂部位特点，利用BIM软件制作施工模拟动画，生动高效的表达施工过程，达到易于被交底人理解交底意图的目的。

.. 目录 ..

一、技术交底卡说明.....	5
1、土方开挖、回填技术交底卡.....	6
2、排桩墙支护工程技术交底卡.....	9
3、降水与排水工程技术交底卡.....	11
4、地下连续墙工程(地基基础工程)技术交底卡：.....	12
5、灰土地基工程技术交底卡.....	14
6、砂和砂石地基技术交底卡.....	15
7、土工合成材料地基技术交底卡.....	16
8、预压地基和塑料排水带技术交底卡.....	17
9、钢及混凝土支撑系统技术交底卡.....	18
10、灰土地基技术交底卡.....	19
11、砂和砂石地基技术交底卡.....	20
12、高压喷射注浆地基技术交底卡.....	21
13、水泥土搅拌地基技术交底卡.....	22
14、钢筋混凝土预制桩技术交底卡.....	24
15、盾构法隧道技术交底.....	28
16、渗排水、盲沟排水技术交底卡.....	29
17、隧道、坑道排水技术交底卡.....	30
18、模板安装(含预制构件)工程技术交底卡.....	31
19、模板拆除工程技术交底卡.....	34
20、钢筋原材料与制做技术交底卡.....	36
21、混凝土施工技术交底卡.....	41

施工方案汇编



·1 土方开挖、回填技术交底卡·

技术交底内容：·

- 1.1 土方开挖的顺序、方法必须与设计工况相一致，并遵循“开槽支撑，先撑后挖，分层开挖，严禁超挖”的原则。·
1.2 土 方 开 挖·
1.2.1 土方开挖前应检查定位放线、排水和降低地下水位系统，合理安排土方运输车的行驶路线及弃土场。·
1.2.2 施工过程中应检查平面位置、水平标高、边坡坡度、压实度、排水、降低地下水位系统，并随时观测围护结构的变化。·
1.2.3 同时性挖方的边坡值应符合表 1.2.3 的规定。·

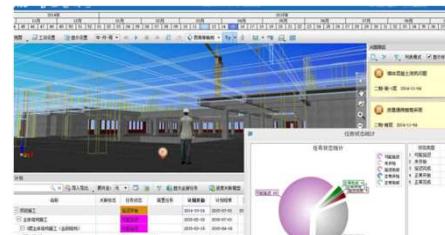
表 1.2.3 同时性挖方边坡值	
土 的 类 别	边坡值 (高:宽) ·
砂土(不包括砾砂、粉砂)	1:0.75~1:1.00 ·
壤土	1:0.75~1:1.00 ·
一般黏土·	1:1.00~1:1.25 ·
粉质黏土·	1:1.00~1:1.25 ·
砂石土·	1:0.50~1:1.00 ·
充填土·	1:1.00~1:1.50 ·

注:1. 阶段开挖时, 高程合拢误差:

2. 如采用水平双坡地基围护时, 可不受本表限制, 应按其算出。·

3. 开挖深度, 挖孔土不应超过 4m, 对填土土不应超过 8m。·

1.2.4 土方开挖工程的质量检验标准应符合表 1.2.4 的规定。·



BIM信息展示

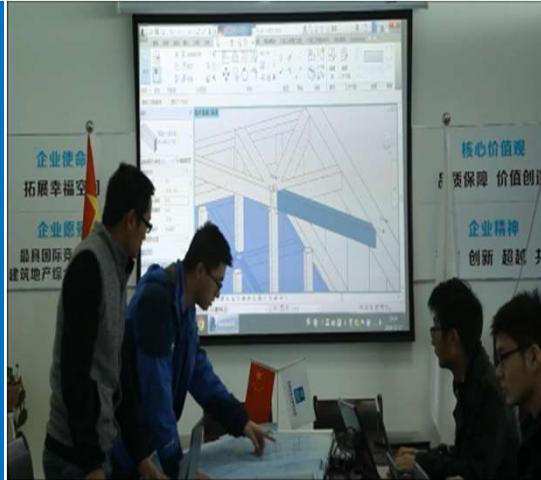
生成资料信息



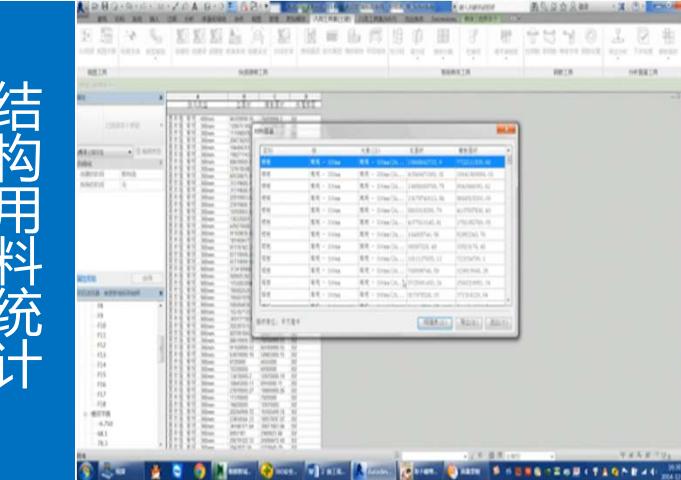
3.2

常规BIM技术应用

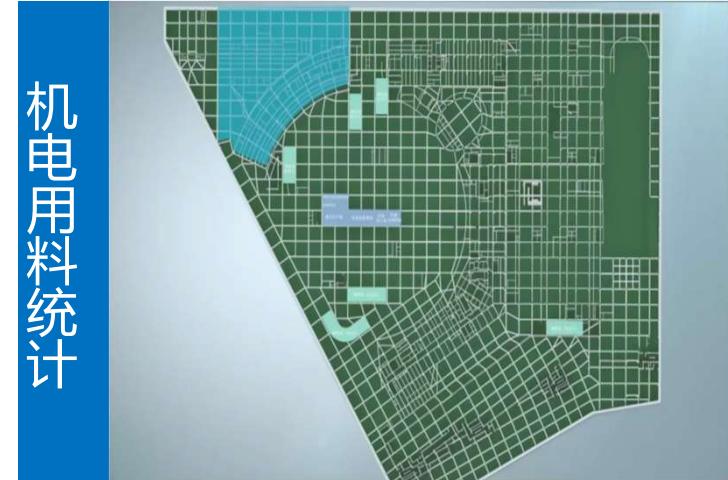
图纸会审



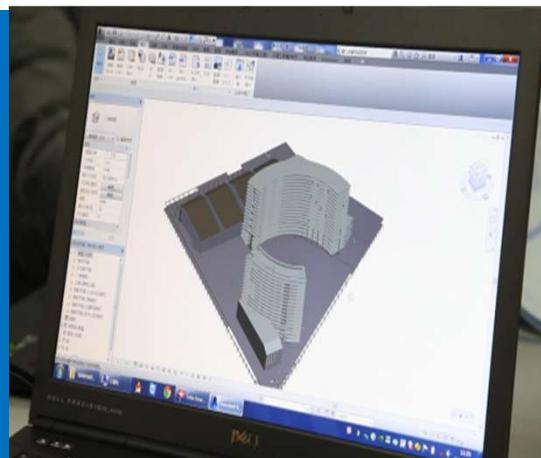
结构用料统计



机电用料统计



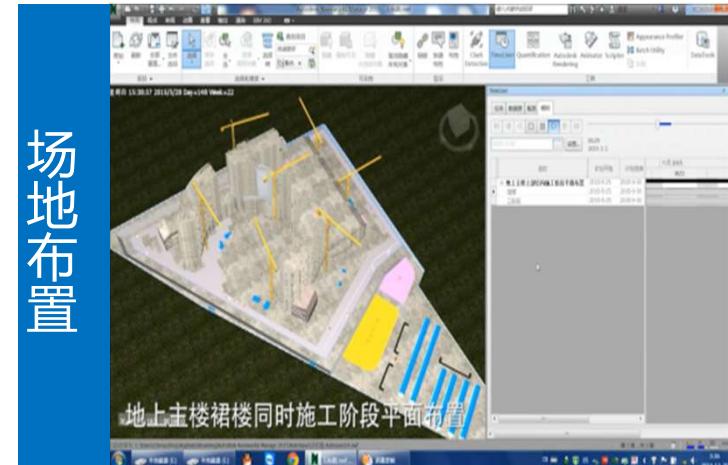
模型整合



安全防护



场地布置



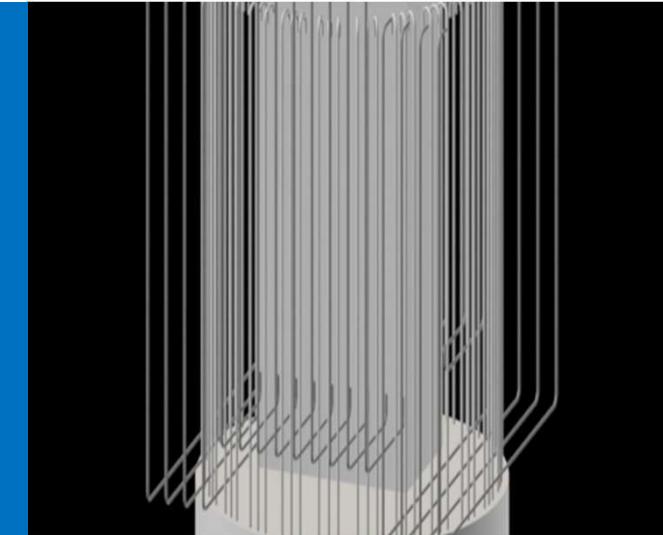
3.2

重点BIM技术应用

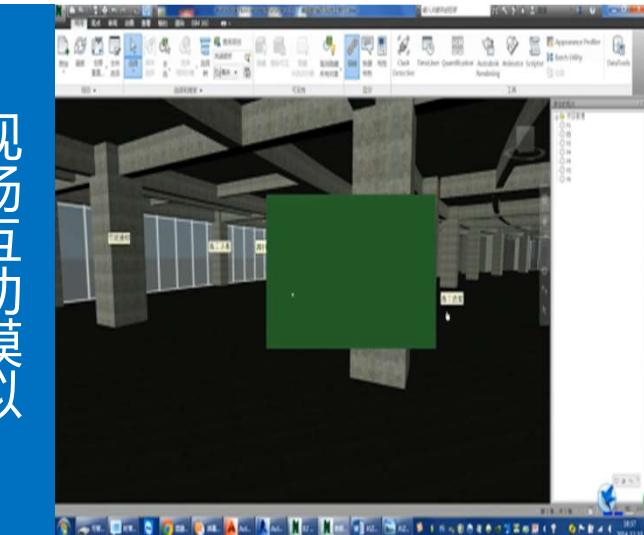
结构深化模拟



结构节点模拟



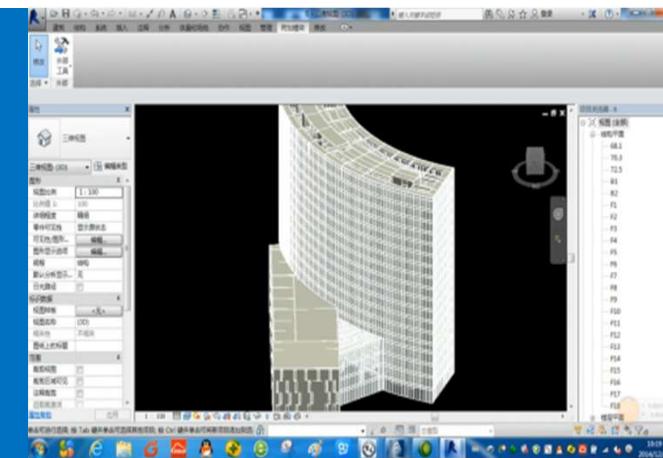
现场互动模拟



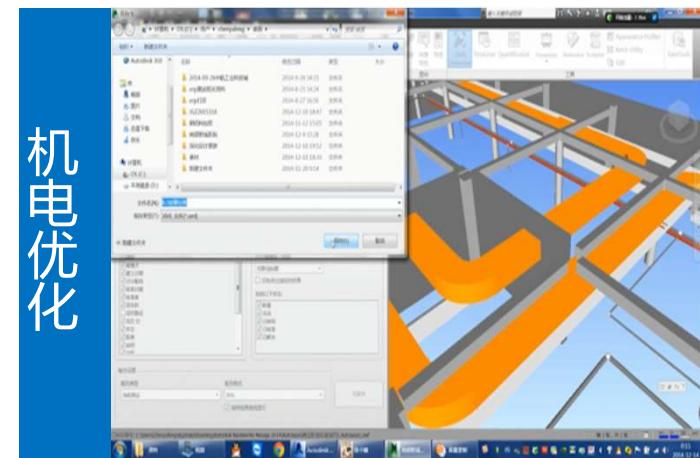
施工进度模拟



5D施工模拟

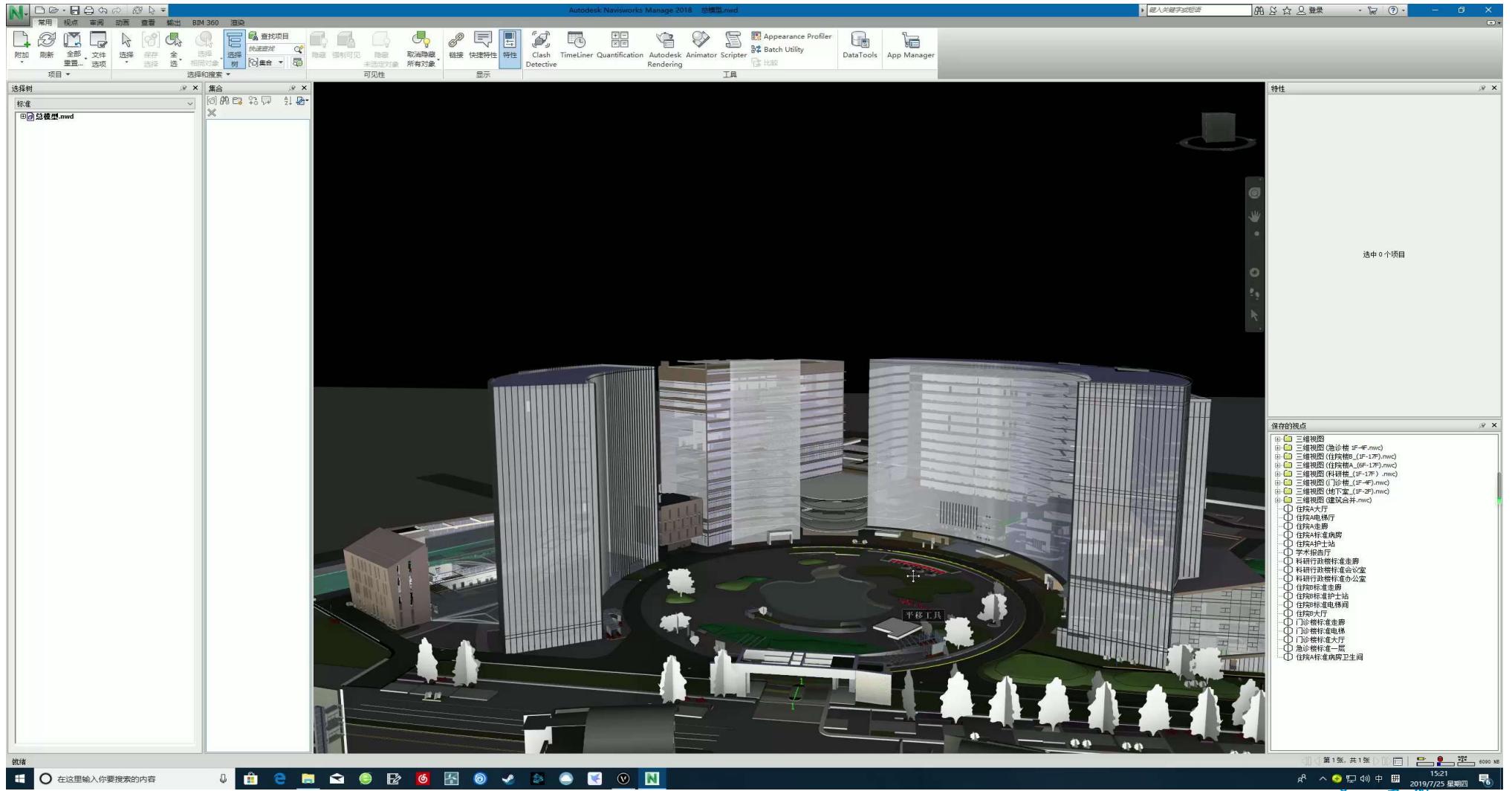


机电优化



3.3

竣工模型-第一阶段-图纸模型

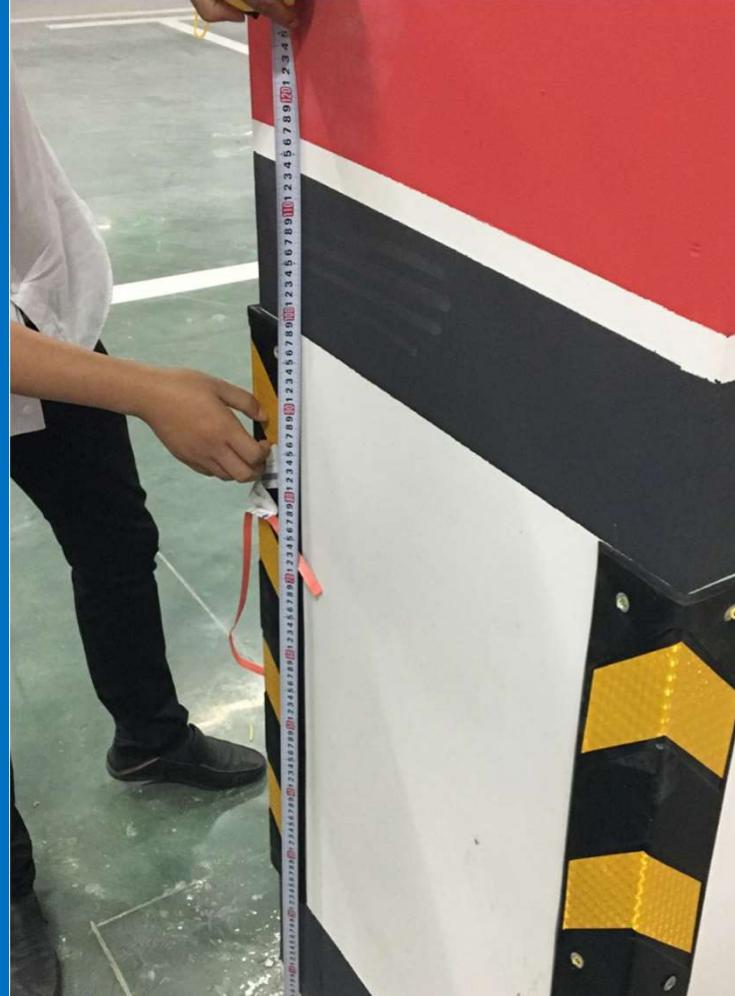


3.3

竣工模型-第二阶段-孪生模型

运维阶段对施工各专业BIM模型进行二次加工，细部节点采用实测实量、地下部分采用三维激光扫描、地上可见部分采用扫描无人机技术对整个项目进行精细化核查、修改。使得施工阶段模型LOD300精度完善至LOD300-500精度标准。

现场实测实量



三维扫描技术

倾斜摄影技术

3.3

竣工模型-第二阶段-孪生模型

扫描无人机采集的真实建筑信息



基于扫描点云模型优化后BIM模型

3.3

竣工模型-第二阶段-孪生模型

修改后效果图



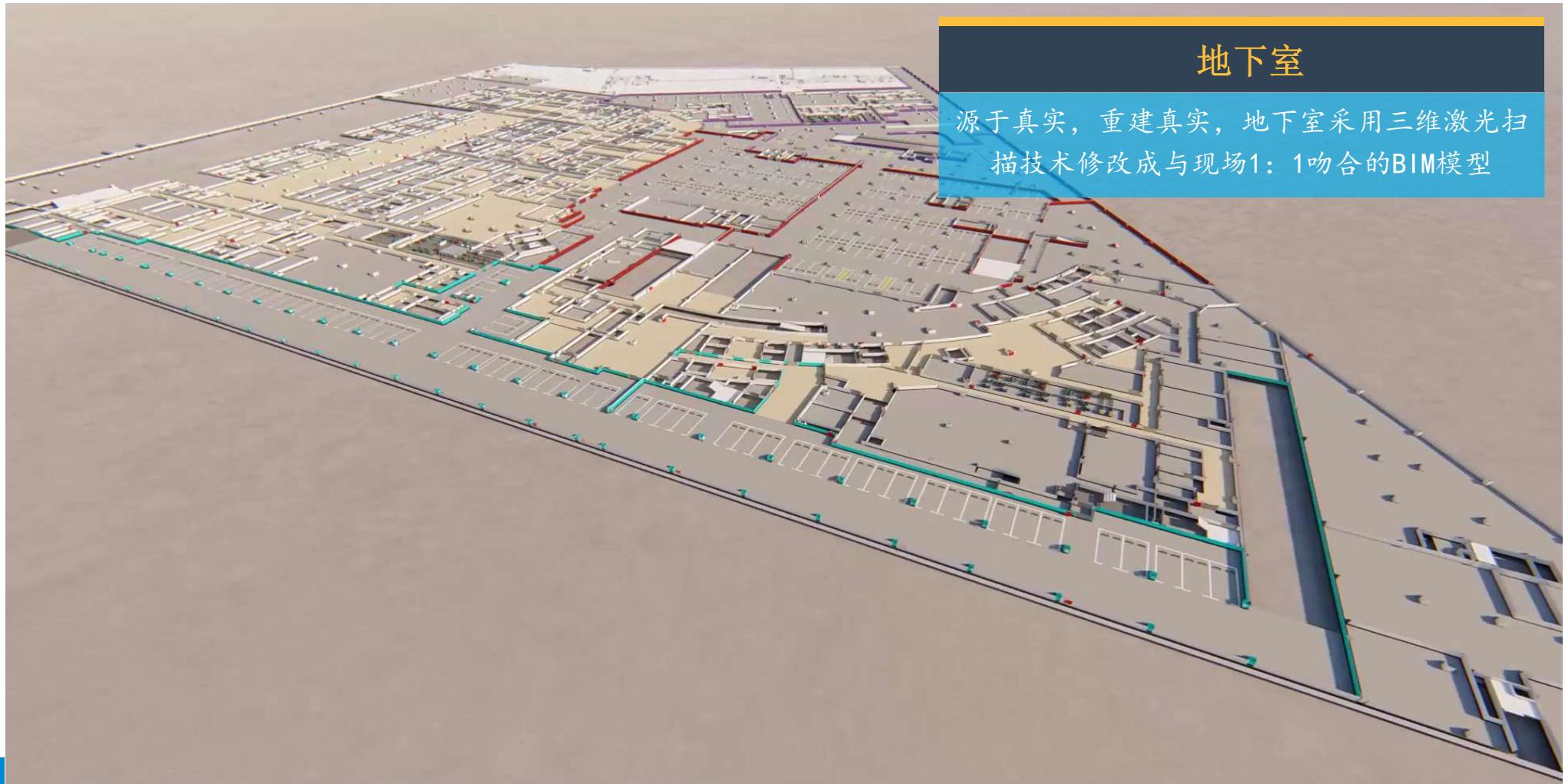
3.3

竣工模型-第二阶段-孪生模型



3.3

竣工模型-第二阶段-孪生模型



3.4

运维模型-模型轻量化处理流程

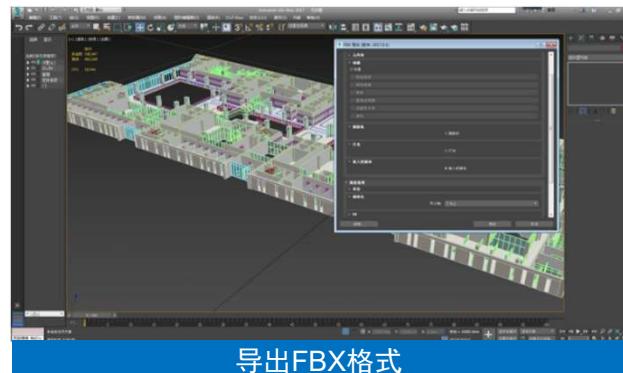
1

BIM模型轻量化处理

通过revit建模以后导出FBX文件，将FBX文件导入3Dmax进行优化，对模型建筑面数多的模型进行优化：

方法1：将revit的高模进行重新制作或者修改为低模，保留建筑本身的结构以及形状，例如管网暖通机构和机电设备；

方法2：通过将模型面数高的模型的结构形状通过贴图去展现模型的效果，进而用最少的模型面数制作出我们需要的模型，例如楼梯栏杆、建筑墙体的一些凹凸机构以及天花板吊顶。



3.4

运维模型- UNITY平台对接

2

BIM模型与平台的对接

通过优化后的模型整体导入UNITY3D平台，将不同构件模型信息、ID与UNITY3D平台中设备构建信息、ID进行一一对应，以表格编辑器形式进行处理完成。



3.4

运维模型- UNITY平台对接

3

现场传感器与运维平台的对接

这部分对接主要以两种形式，一种对接现场硬件传感器方式，我们通过485/modbus协议连接传感器与采集网关进行数据采集、传输、存储；另一种是通过对接现场第三方系统服务器方式，我们以TCP/IP、Bacnet等标准通讯协议方式进行接口开发对接完成。

```
//监听用的Socket
static Socket socket1 = new Socket(AddressFamily.InterNetwork, SocketType.Stream, ProtocolType.Tcp);
private void btn1_Click(object sender, EventArgs e)
{
    //IPLoad()
    IPEndPoint point = null;
    if (txtIP.Text != null && txtPort.Text != null)
    {

        IPAddress ip = IPAddress.Parse(txtIP.Text); //ip
        //IPAddress ip = IPAddress.Parse(txtIP.Text);
        point = new IPEndPoint(ip, int.Parse(txtPort.Text)); //端口号
    }
    else
    {
        MessageBox.Show("请输入ip和端口号");
    }

    //监听用的Socket
    //Socket socket = new Socket(AddressFamily.InterNetwork, SocketType.Stream, ProtocolType.Tcp);
    try
    {
        socket1.Bind(point); //绑定监听的端口
        socket1.Listen(10); //同一时间点监听10个，排队
        ShowMessage("服务器开始监听");

        Thread thread = new Thread(AcceptInfo);
        thread.IsBackground = true;
        thread.Start(socket1);
    }
    catch (Exception ex)
    {
        ShowMessage(ex.Message);
    }
}
```

数据采集、传输



连接	
B2	dbo.remind_type
B2	dbo.remind_type_for_fire
B2	dbo.repair
B2	dbo.repair_progress
B2	dbo.room_info
B2	dbo.room_info_old
B1	dbo.saving_energy_Consumption
B1	dbo.season_info
B1	dbo.Sheet1
B1	dbo.shuibeng_fault
B1	dbo.Temperature
B1	dbo.Temperature_2
B1	dbo.time_by_10min
B1	dbo.time_by_day
B1	dbo.time_by_hour
B1	dbo.time_by_month
F1	dbo.user_login_info
F1	dbo.vedio_info
F1	dbo.vedio_top_info
F1	dbo.version
F2	dbo.参数综合表BA
F2	dbo.环境点位表

楼层	区域	传感器	编号	设备ID
B2	主楼车库	CO		10015
B2	主楼车库	CO		10025
B2	主楼车库	CO		10035
B2	主楼车库	CO		10045
B2	主楼车库	CO		10055
B2	主楼车库	CO		10065
B1	主楼车库	CO		10075
B1	主楼车库	CO		10085
B1	主楼车库	CO		10095
B1	附楼设备房	CO		10105
B1	附楼人防	CO		10115
B1	附楼车库	CO		10125
F1	主楼东空调机房	CO2	K-1-4	10134
F1	主楼西空调机房	CO2	K-1-2	10144
F1	附楼北侧空调...	CO2	K-1-1	10154
F1	附楼南侧空调...	CO2	K-1-3	10164
F2	附楼北侧空调...	CO2	K-2-2	10174
F2	附楼南侧空调...	CO2	K-2-3	10184
F2	整体	CO2	K-2-4	10194
F2	附楼南侧会议...	PM2.5		10203
F3	附楼北侧空调...	CO2	K-3-1	10214

数据存储



中建八局第三建设有限公司

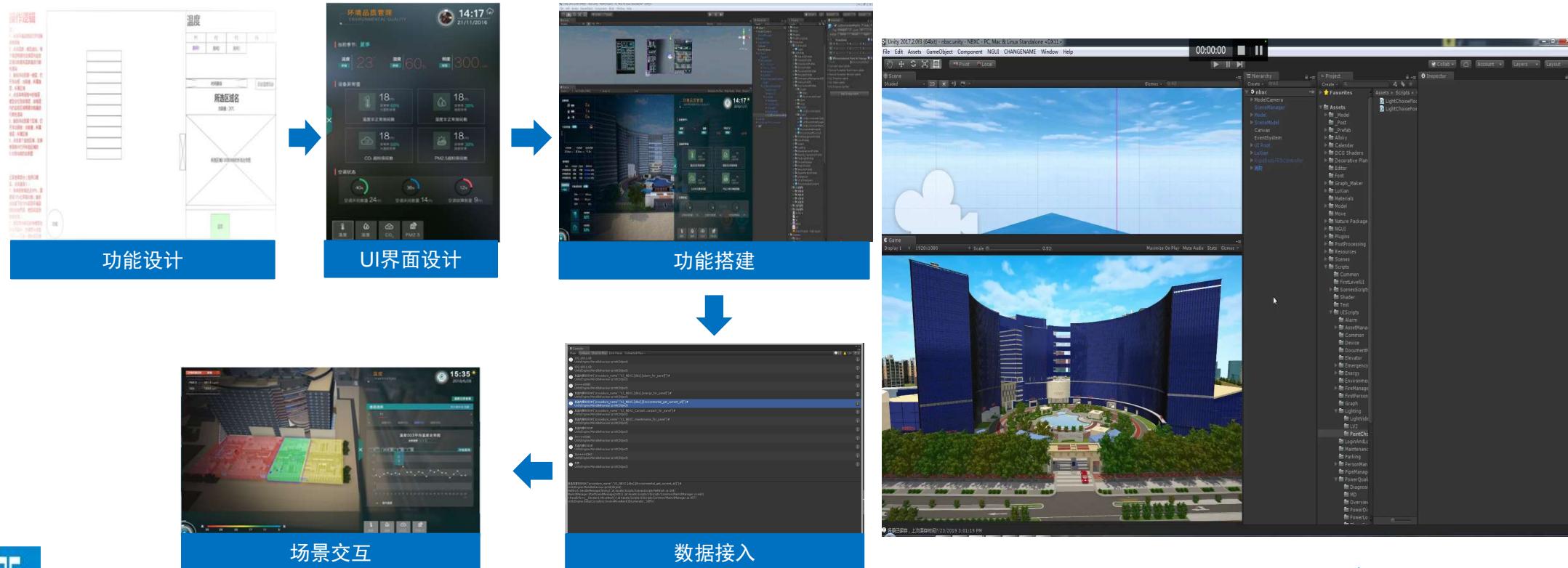
3.4

运维模型- UNITY平台对接

4

基于BIM运维平台的设计与研究

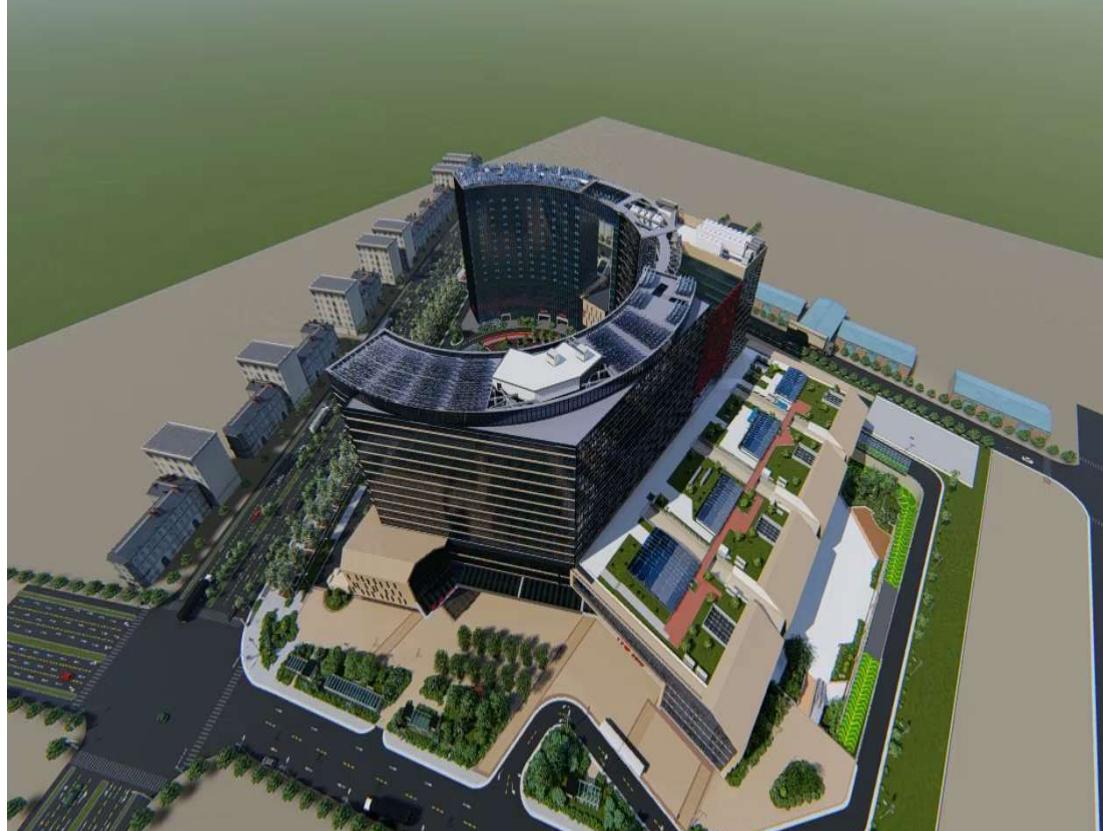
平台整体开发流程包括功能逻辑设计、整体及功能UI界面设计、功能搭建、数据接入、场景交互等方面实施工作。



3.4

运维模型-竣工模型与运维模型对比

竣工模型



运维模型



PART

4

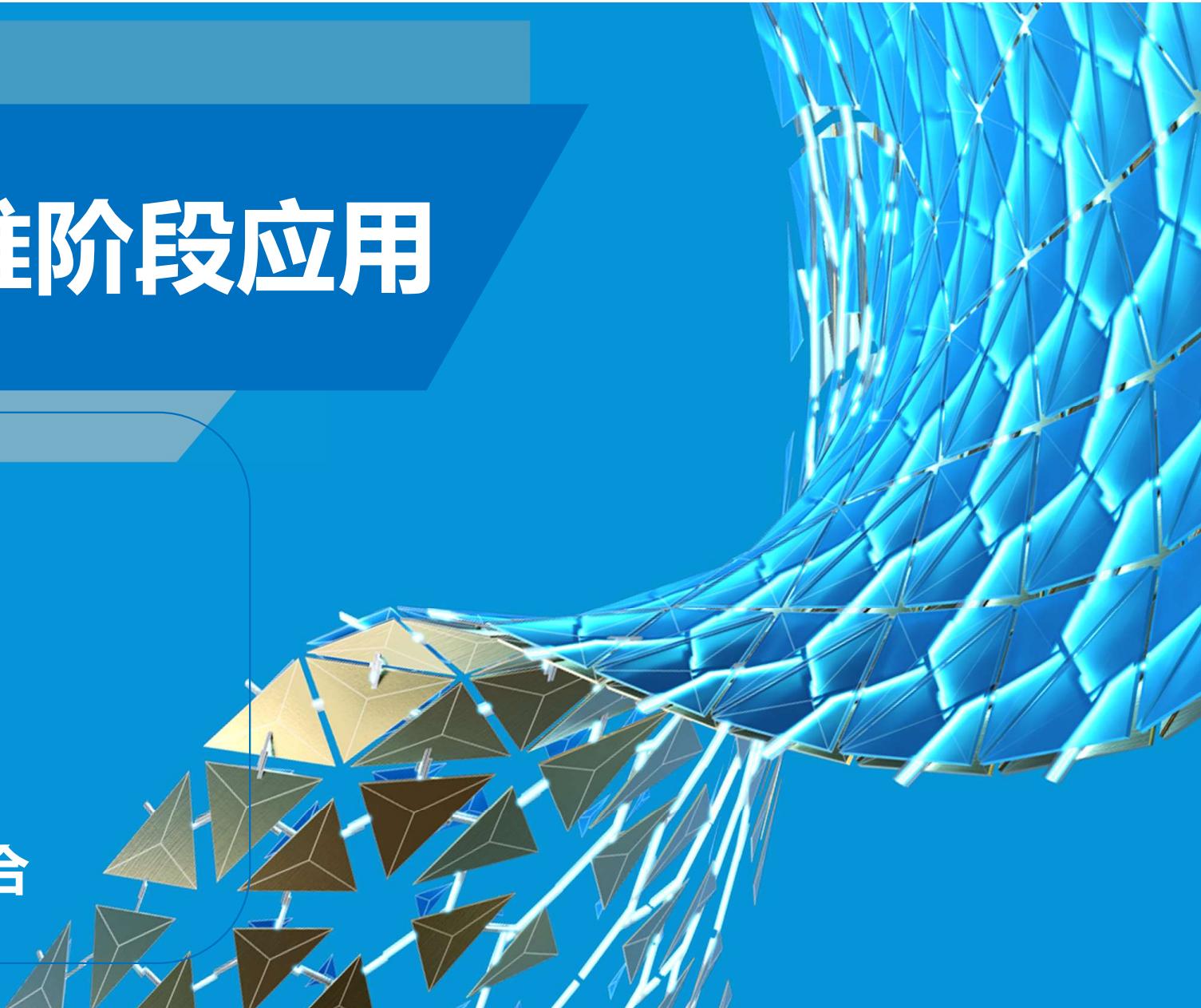
运维阶段应用

4.1 运维目的

4.2 运维架构

4.3 运维核心技术

4.4 运维功能的整合





4.2

运维-架构

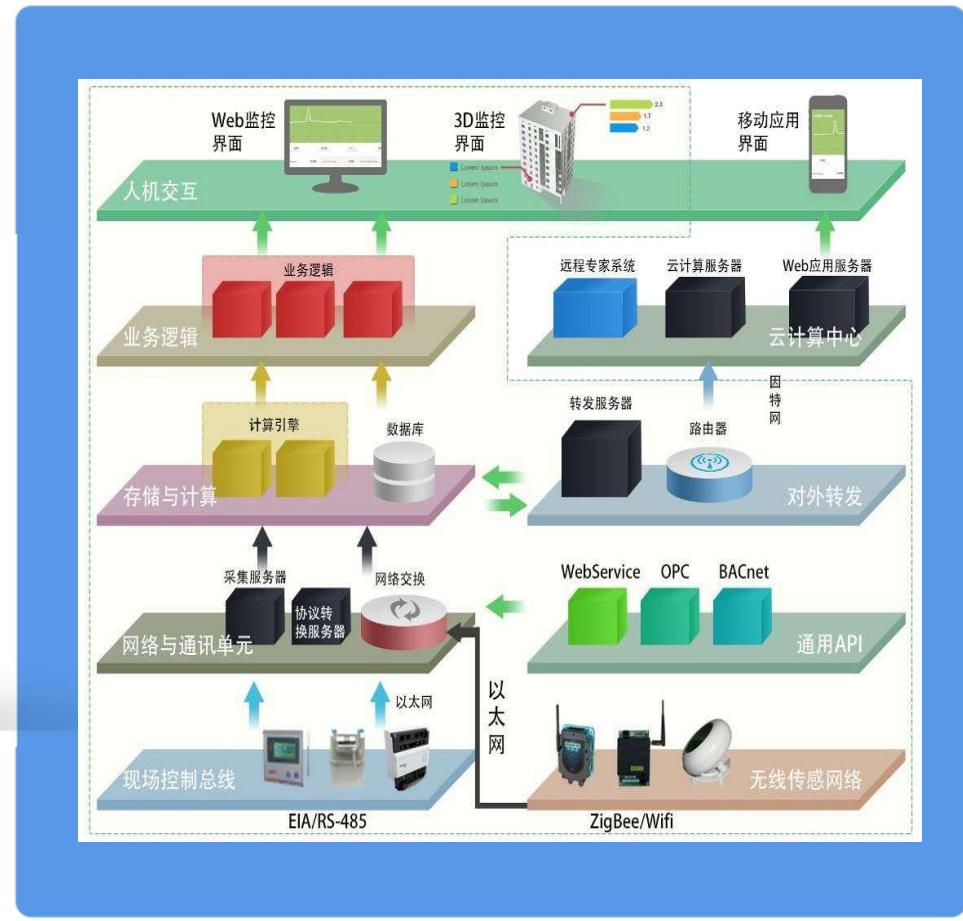
系统提供标准接口，供各种系统及设备的接入，兼顾BS/CS架构，数据计算部分稳定高效。



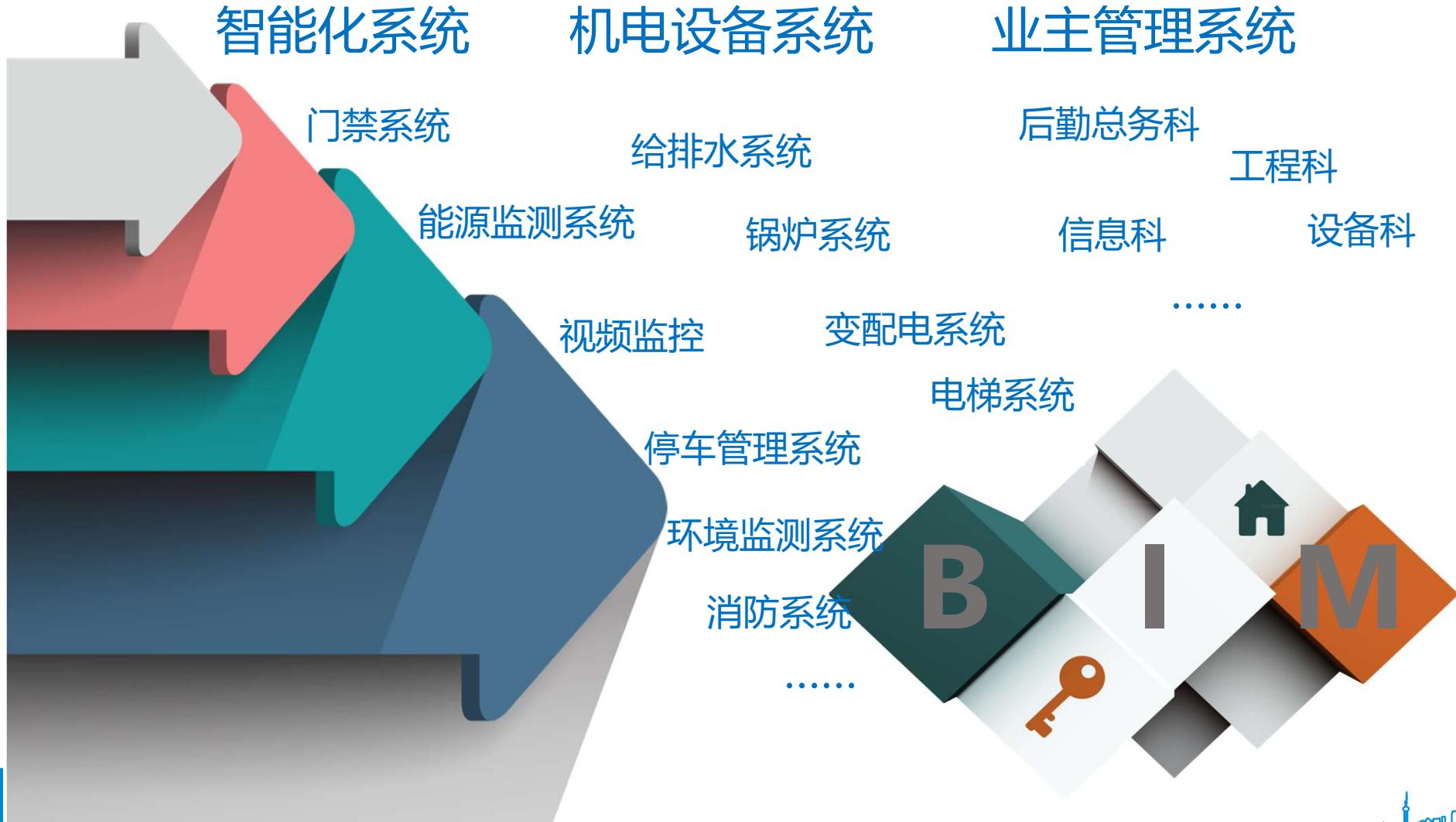
通讯层——稳定性、兼容性、高效性

计算层——功能实用、系统稳定、数据处理精细

展示层——跨平台展示、方便现场管理



/// 系统支持现场采集设备的直接接入以及
第三方系统的对接



功能应用详细梳理及整合

安防安保

运行管理

日常管理

视频监控

电子巡更

门禁管理

温湿度管理

设备运行管理

能源管理

维修管理

维保计划

资产管理

周界报警

烟感报警

应急管理

水网管理

温湿度监测

PM2.5监测

排班管理

流程管理

责任人管理

消防器材管理

环境超标报警

设备运行故障报警

设备台账

CO2监测

文档管理

停车管理

消防巡检管理

消防定位管理

能耗超标报警

消防设备管理

消防演练

备品备件

风网管理

移动端应用



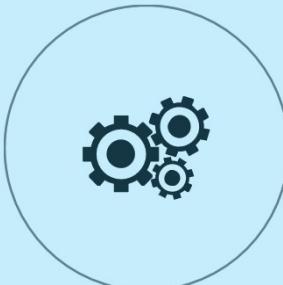
4.3

运维-核心技术



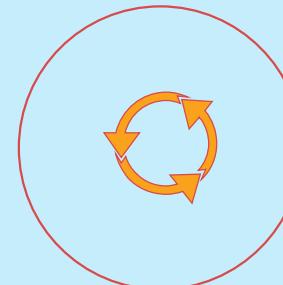
可视化技术 还原现实场景

采用Unity3D引擎驱动BIM模型，三维界面高度仿真，所见即所得。对空间的管理、定位等应用是二维系统无法比拟的



跨平台技术 移动端无缝对接

采用跨平台技术，使移动终端的数据应用与中心系统同步，方便现场管理。基于云数据库解决方案，满足随时随地的应用需求



全生命周期管理 信息高度整合

继承了设计、建设施工阶段内各种BIM相关信息，应用于建筑全生命周期的管理



SOA架构 预留未来扩展空间

系统采用SOA架构，功能构件在数据调用同时使相互影响减到最低，便于未来系统扩展的同时，保持系统的完整性与稳定性



数据压缩技术 确保数据流畅

根据数据的调用频率采用不同的算法对数据进行处理。多种数据压缩技术的应用，确保数据传输与调用的流畅性



远程诊断技术 实时的保健医生

本地实时分析设备与能源的异常使用，及时发现，及时报警。远程诊断库同步，通过计算机化诊断对数据进行深度分析。



中建八局第三建设有限公司



4.4

运维-运维功能整合

The image shows a composite view of a building management system. On the left, a large blue overlay box highlights the '功能1: 环境管理' (Function 1: Environmental Management) section. Inside this box, three main points are listed:

- 1 首页：汇总显示医院内环境参数情况及探测设备的使用情况，方便管理人员对医院内环境进行整体把控；
- 2 数据浏览：根据实时环境参数值，对检测区域进行颜色渲染，以折现图的形式显示检测区域的数据趋势变化；
- 3 历史环境回放：在建筑三维空间模型中以颜色变化形式显示环境参数历史事件变化趋势状态。

Below the overlay, the system displays real-time environmental data for the F1 floor:

- CO₂: 91 ppm
- PM2.5: 271 ug/m³
- CH4: 10%

Current conditions:

- 当前温度: 30.5°C
- 当前湿度: 47.8%

On the right side of the interface, there is a 3D architectural rendering of a modern building complex with a central circular feature labeled '南京市中医院' (Nanjing City Hospital). The top right corner of the interface shows the time as 16:50 and the date as 2018/08/28. At the bottom right, there is a '停车位管理' (Parking Management) section showing two circular icons: one orange icon with 'P' and a car symbol labeled '4(个) 已用车位' (4 occupied parking spaces) and one green icon with 'P' and a car symbol labeled '2(个) 空余车位' (2 empty parking spaces).

4.4

运维-运维功能整合



4.4

运维-运维功能整合

功能3：报警管理

1环境异常：当环境参数超过阈值区间时报警，显示报警信息并定位报警区域；

2能耗超标：第一时间显示报警信息并提醒相关管理人员，定位报警点位置，给管理人员提供决策的依据；

3设备故障：对设备故障进行监测预警，减少设备的故障率。

烟感报警
SMOKE ALARM
16:55 2018/08/28

报警中 失效报警 历史报警

报警内容：输入关键字 检测时间： 清空条件

报警信息

时间	告警人	报警内容
2018-03-25 15:52	张工	检测到1号楼1层东侧烟感发生异常...

上一页 1 2 3 4 5 ... 下一页

跳转页 / 共 10 页

烟感报警 环境异常 能耗超标 设备故障

4.4

运维-运维功能整合

The image consists of two parts. On the left is a photograph of a modern, multi-story hospital building with illuminated windows at night. On the right is a screenshot of a mobile application interface titled "安全定额" (Safety Quota). The interface shows various data points: 建筑设备类型: 洁净系统, 安全系数: 1; 备件类型: 1, 备件名称: ; 平均采购量: 0.00, 供应商: ; 采购周期时间: 0(工作日), 采购周期: ; 定义安全系数: 1, 安全系数: 1. At the bottom, there are icons for 清单 (List), 安全定额 (Safety Quota), 入库 (入库), 领用 (Issue), 分派申请 (Allocation Application), and 释放 (Release). A blue button labeled "修改" (Modify) is also visible.

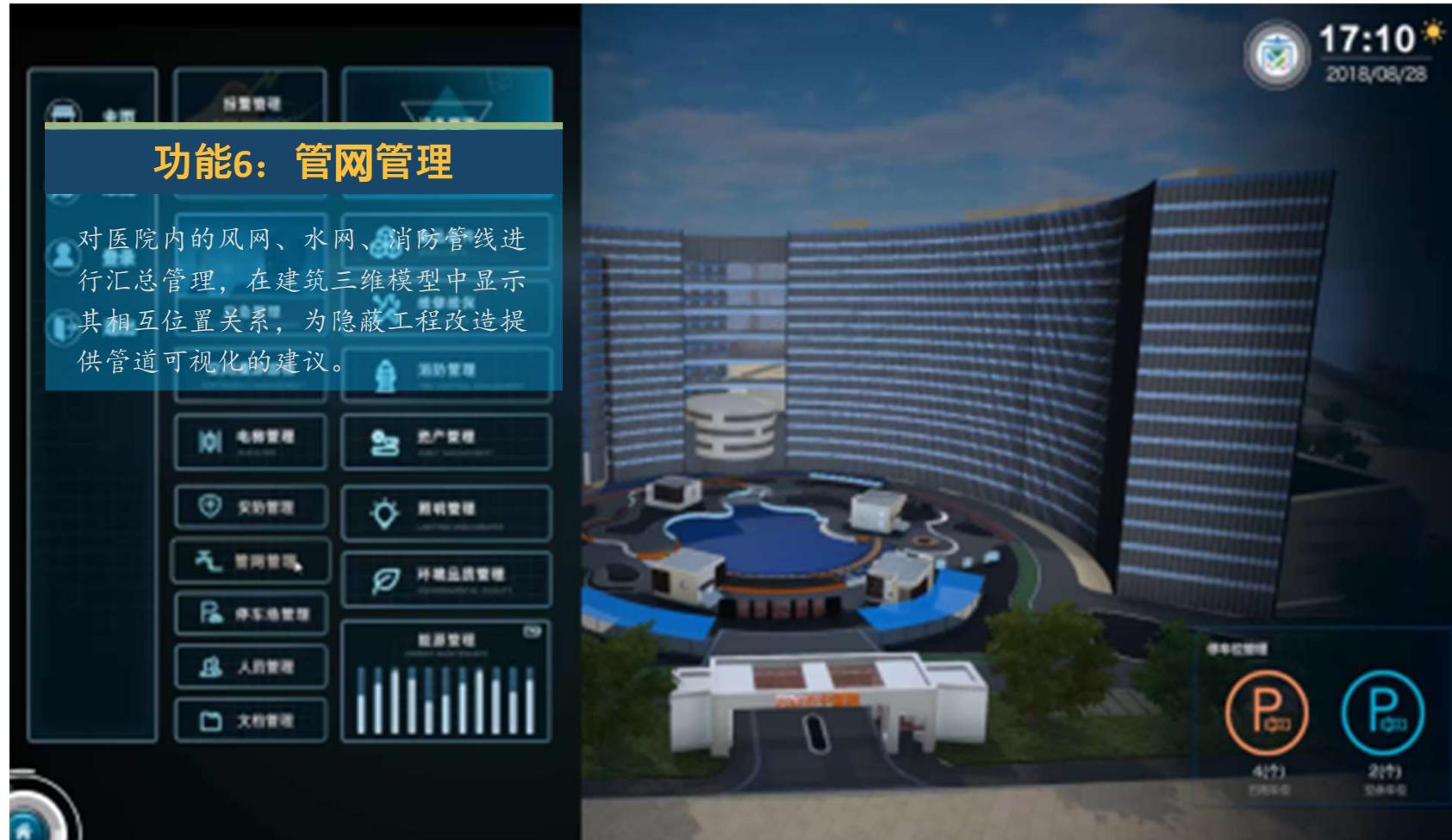
4.4

运维-运维功能整合



4.4

运维-运维功能整合



4.4

运维-运维功能整合

The image consists of two main parts. On the left is a screenshot of a video feed showing the exterior of a modern hospital building at night. A blue overlay box is overlaid on the top-left of the video, containing the text "功能7： 能源管理" (Function 7: Energy Management) in yellow. Below this, a detailed description of the function is provided in Chinese: "实时监测医院内水电冷热等各类能耗数据，并通过能耗对比、节能诊断、节能改造、定额管理、分户管理对医院内能耗进行精细化管理，从而达到提高能源利用率、降低成本、节能减排的管理目标。" On the right is a screenshot of a mobile application interface titled "能耗总览 ENERGY OVERVIEW". The interface shows energy consumption data for water usage, with a total of 19960 m³ and a daily total of 520 m³. It also features a bar chart for "今日总耗水" (Daily Total Water Consumption) across 24 hours, with values ranging from approximately 10 to 30 m³ per hour. The interface includes various navigation icons at the bottom.

4.4

运维-运维功能整合



4.4

运维-运维功能整合



4.4

运维-运维功能整合



4.4

运维-运维功能整合



4.4

运维-运维功能整合



4.4

运维-运维功能整合

功能13：消防管理

对医院内的消防设备和消防器材进行数据整合及消防日常管理，对医院内的消防设备进行全面监控，定位定位消防设备位置，详细显示消防设备的设备台账、相关文档及检修记录。

消防设备
FIRE EQUIPMENT MANAGEMENT
17:56 2018/08/28

消防管理说明
消防设备管理系统的操作流程《消防设备管理制度》

- 每半年由消防设施中心组织检查1次；
- 对消火栓系统每年由消防中心组织消防设施检查1次；
- 对各种消防设备，每季度组织检查1次；
- 各部位的消防手提式10kg、推车式80-100kg的泡沫灭火器，每月由消防中心组织各部位定期检查1次，其他部位的平均3个月检查1次；
- 对火灾报警系统由消防中心组织定期检查1次；
- 每月对电气、由工程部组织设备检查时间安排由各使用部门；
- 每年对水池、水箱、管道等消防设施由消防中心组织消防设施检查1次；（每季度消防设施中心组织消防设施检查1次；公司内部的每半年检查1次）；
- 落地的电子类的设备每季度由消防设施检查1次；
- 公用的消防的油桶、消防、消防器材、各单位工务部门组织每半年进行测试检查1次；

4.4

运维-运维功能整合

功能14：应急管理

对医院内的应急物资和避难场所进行数据整合及应急日常管理，同时支持对消防演练及应急预案的方案管理，帮助管理人员对应急保障物资的维护及应急预案的管理，达到“预防为主，防消结合”的目的。

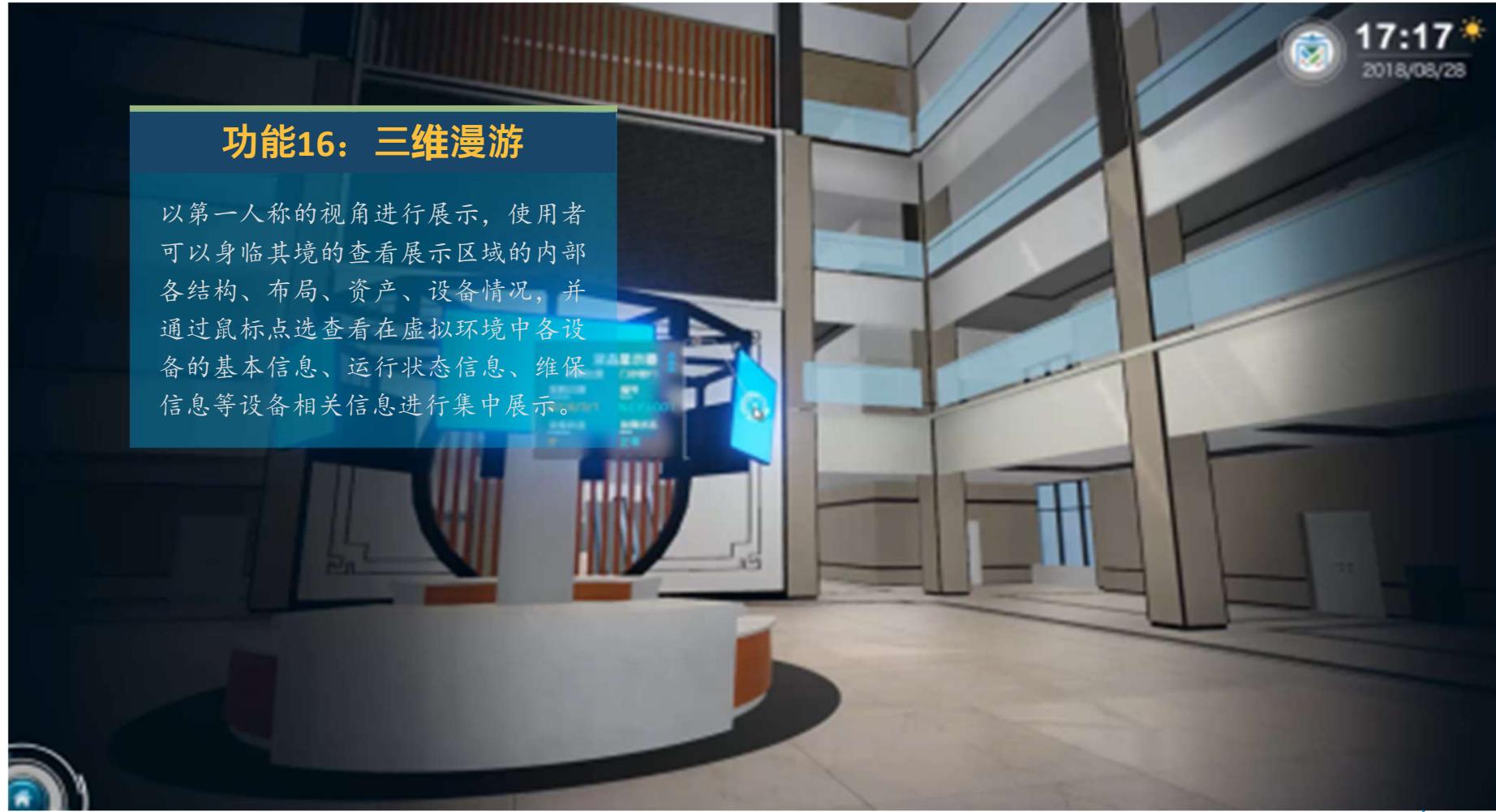
4.4

运维-运维功能整合



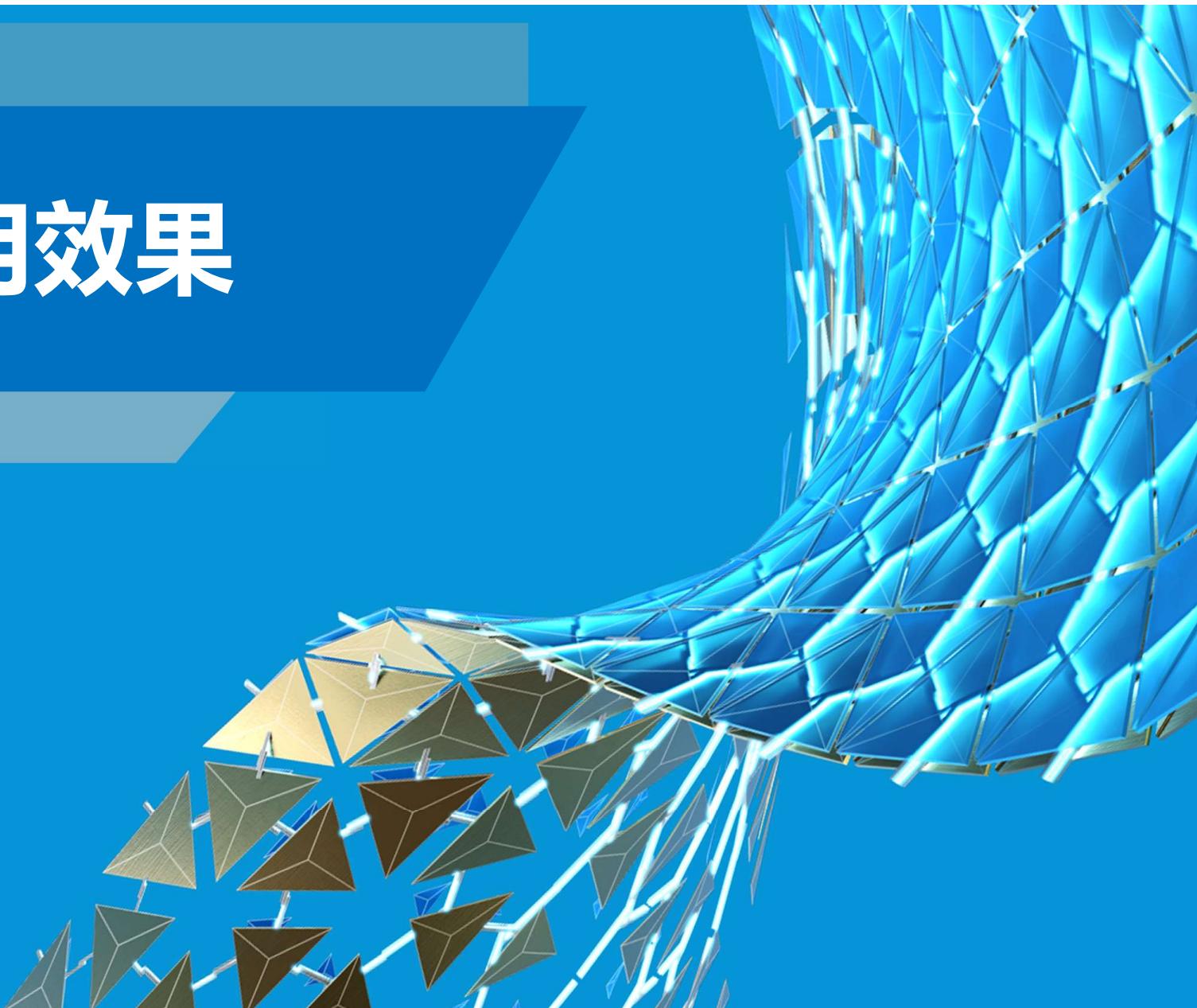
4.4

运维-运维功能整合



PART

5 应用效果



应用效果

一、应用效益

项目通过对BIM技术在建筑全生命周期应用，解决及优化了大量工程重难点，降低了返工率，保证了工程施工质量，形成了一套全面完整的BIM综合应用技术，“项目”源于现实，重建现实“的建模理念对BIM可视化运维工作起到决定性作用。

二、成果奖项



中建八局第三建设有限公司



Autodesk 和 Autodesk 标识是 Autodesk, Inc. 和/或其子公司和/或其关联公司在美国和/或其他国家或地区的注册商标或商标。所有其他品牌名称、产品名称或者商标均属于其各自的所有者。Autodesk 保留随时调整产品和服务、产品规格以及建议零售价的权利，恕不另行通知，同时 Autodesk 对于此文档中可能出现的文字印刷或图形错误不承担任何责任。

© 2020 Autodesk, Inc. 保留所有权利 (All rights reserved)。

