

公司名称
同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司

项目地址
中国，上海浦东

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

水墨长卷 中华印玺

上海博物馆东馆新建工程设计阶段BIM应用



图1 项目图

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

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

同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司

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

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

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

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

项目概况

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

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



图2 项目图

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

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



图3 上博东馆总平布置图

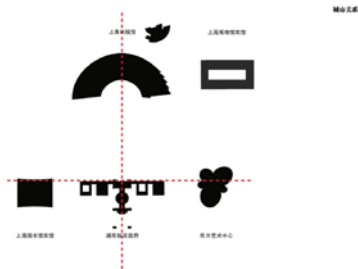


图4 上海博物馆东馆新建工程城市关系图

案例BIM应用介绍

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



图5 上博东馆BIM应用点概述图

方案设计阶段

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

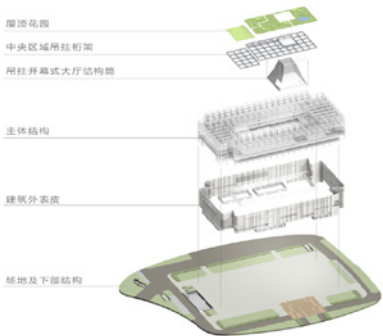


图6 上博东馆功能区拆解示意

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

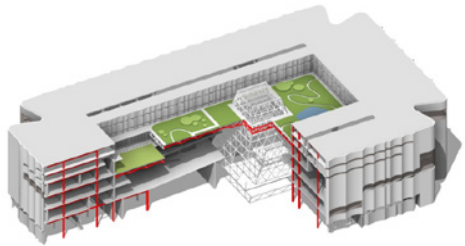


图7 上博方案模型的3/4剖切

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

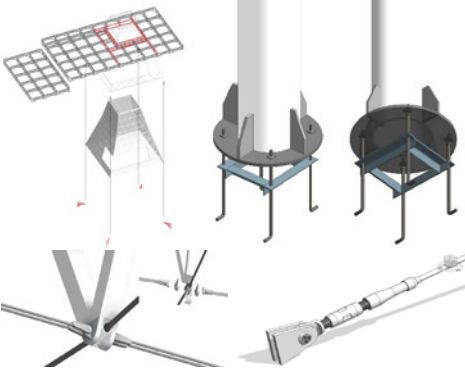


图8 BIM三维节点推敲示意

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

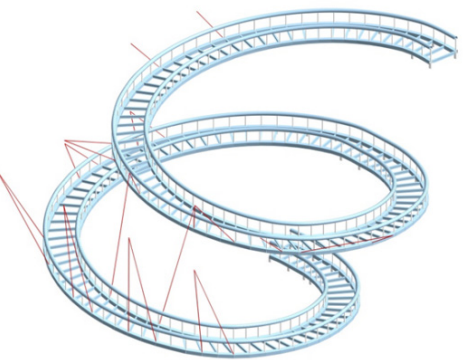


图9 方案一：桁架体系螺旋坡道结构

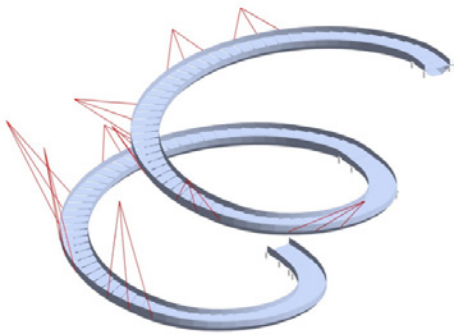


图10 方案二：壳体螺旋坡道结构

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

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

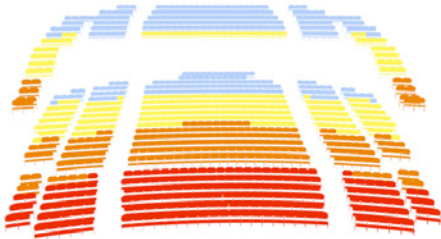


图11 上博东馆500报告厅视线分析示意

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



图12 中央钢屋盖主体施工模拟示意

施工图设计阶段

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

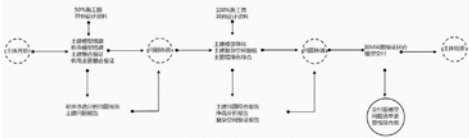


图13 主体施工图设计阶段工作流



图14 施工图设计阶段主要时间节点安排

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

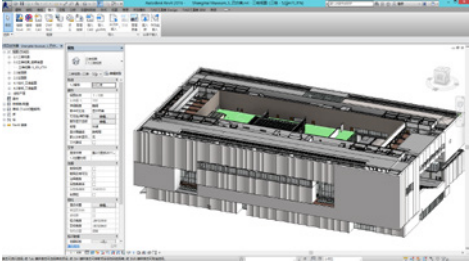


图15 施工图阶段上博东馆建筑专业模型

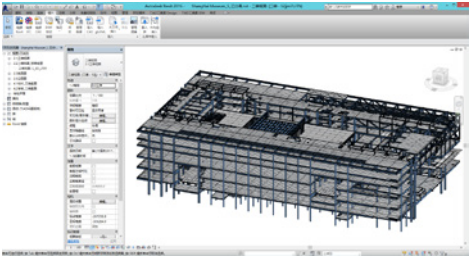


图16 施工图阶段上博东馆结构专业模型

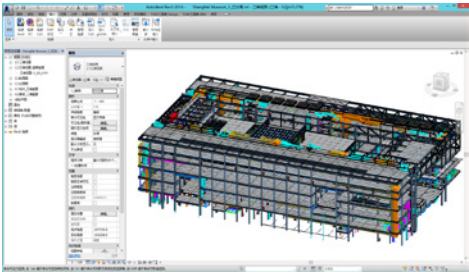


图17 施工图阶段上博东馆机电专业模型

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

约束屈曲支撑、建筑门窗的位置、机械车位、坡道、等都是最容易出问题的区域。

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

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

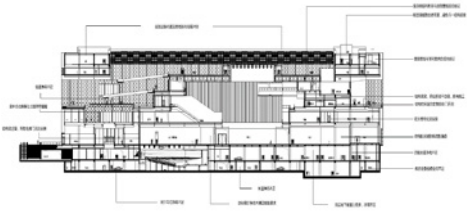


图18-1 上博东馆施工图阶段部分碰撞案例示意

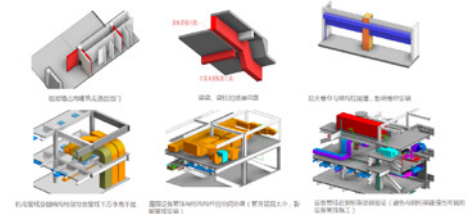


图18-2 上博东馆施工图阶段部分碰撞案例示意

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

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

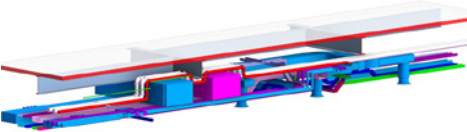


图19 上博东馆部分BIM管综示意

设计后阶段

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

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



图20 审核要点

1. 针对BIM模型质量的控制，主要转译了两大部分内容：

- a. 《BIM模型建模质量校验规则（机电）》；
- b. 《BIM模型建模质量校验规则（土建）》。

2. 建筑专业从以下几个方面转译：
墙体、幕墙、门窗、楼板等。

3. 结构专业从以下几个方面转译：
外立面、坡道、楼电梯、自动扶梯、集水井等。

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

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



图21 BIM模型质量综合检测规则

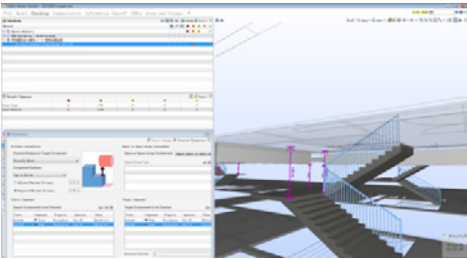


图22 上博地下室梁下净高验证

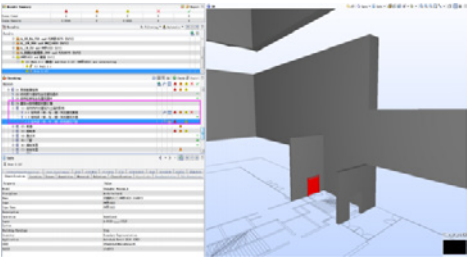


图23 上博地上门窗洞口安装验证

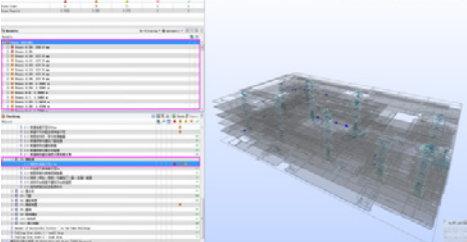


图24 上博地上楼梯间净高验证

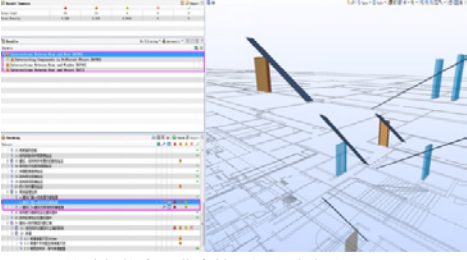


图25 上博结构约束屈曲支撑和门窗综合验证

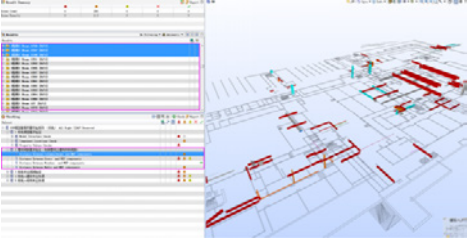


图26 上博地上室机电管线与结构梁综合验证

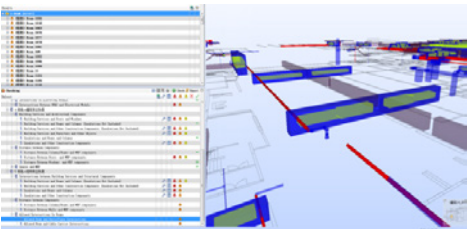


图27 上博地下室机电管线穿梁合理性验证

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

1. 加强扩初阶段BIM辅助服务；

2. 深化BIM辅助服务；

3. 设计过程中协助设计人员，对模型是否符合相应的规范进行全面检查（贯穿整个设计过程）；对于专业负责人而言，亦可以为其校审提供辅助手段。

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

项目组在合规检测方面主要对以下规范进行了转译研究和项目应用。

1. 民用建筑设计通则

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

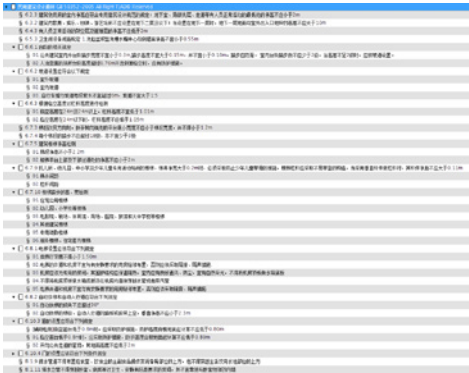


图28 民用建筑设计通则转译（部分）

2. 无障碍设计规范

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



图29 无障碍设计规范转译（部分）

3.建筑设计防火规范

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



图30 建筑设计防火规范转译（部分）

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

在设计阶段，对大展厅、接待服务大厅、文创大展示厅进行了疏散合规验证。

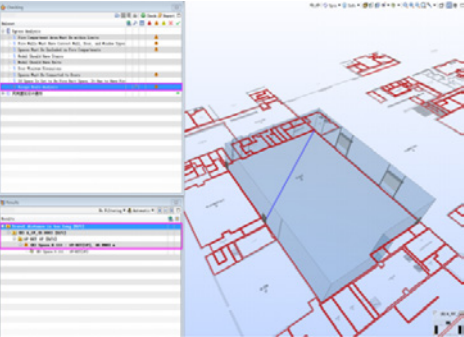


图31 大展厅疏散分析

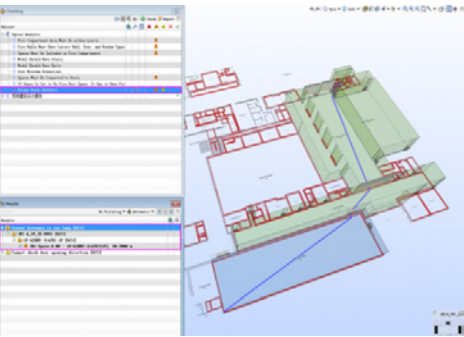


图32 国际绘画厅疏散分析

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

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

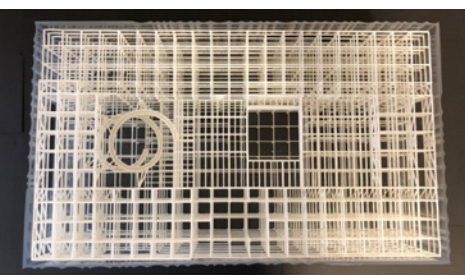


图33 上海博物馆3D打印模型

BIM工程量统计-在目前基于BIM辅助计量上，项目组总结得出5大步骤：

1. 族类型命名规则统一。规范族类型的目的：为后续构件的筛选和处理打下基础，族类型命名的关键字就是筛选的条件。

2. 清单代码、项目特征映射：1) 根据关键字明细表制定映射规则；2) 按照族类型名称选择项目名称；3) 多行参数输入项目特征；4) 清单表格输出；5) 算量模型构成；6) 算量信息赋予相关构件。

3. 构件批量扣减。1) Autodesk Revit默认剪切顺序：板---墙---柱---梁...；2) 市场上，第三方插件可以实现剪切顺序的调整，但仅限于大类之间，且不包括常规模型、板边缘等构件；3) 通过Dynamo编程，可以突破类的限制，按照族名称和族类型名称，灵活地剪切。目前，结构构件细分为27种。

4. 钢构件批量切割。

5. 清单表格后处理。将Autodesk Revit清单明细表整理为符合规范要求的清单表格。

梁柱截面	图示	表达式	示例	备注
矩形		b * h	200*400	
圆形		D直径	D600	
H型		H h * b * tw * d	H400*200*8*12	
箱型		□ h * b * tw * d	□400*200*10*12 □400*10	
圆管		Φ d * t	Φ400*12	

H形截面 不等高		H h1 / h * b * tw * d	H400*400*200*8*12	
箱形截面 不等高		□ h1 / h * b * tw * d	□600*400*200*8*12	
矩形截面 竖向加腋		B * H_Y c1 * c2	400*600_Y500*200	下方两腋加腋， 下方单侧加腋， 上方单侧加腋 总项为实例参数。
矩形截面 单边水平加腋		B * H_P c1 * c2	400*600_PY500*200	单侧加腋，双 侧加腋选项为 实例参数。
矩形截面 等截面加腋		B * H_DC c (e. a)	400*600_DC300(600,45)	下方加腋，上 方侧加腋选项 为实例参数。

图34 族命名规则统一

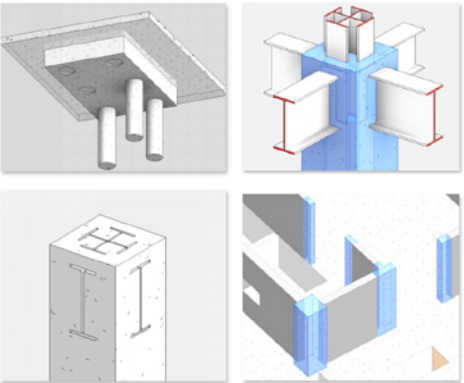
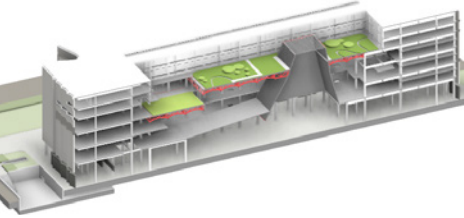
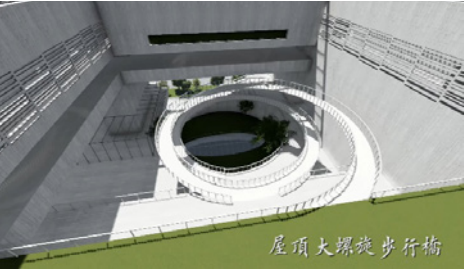


图35 建筑构件批量切割

上博东馆主要对地上钢结构部分构件进行了三维工程量统计和清单后处理。

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



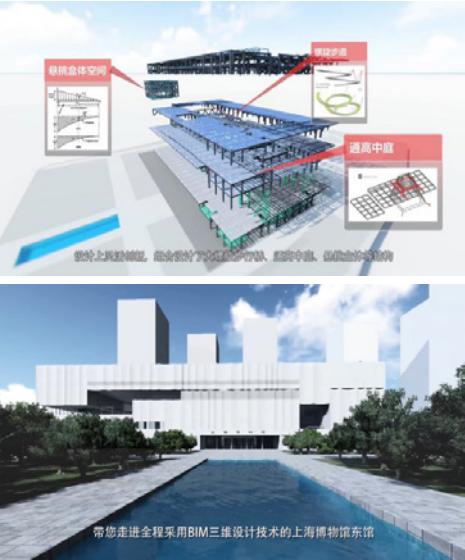


图36 上博东馆BIM交互式漫游示例

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

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



图37 TJAD项目管理平台主页面



图38 网页在线浏览Autodesk Naviswork视点

主要在四大方向做了开发突破：文档管理、协作管理、成员管理、在线浏览等。

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

总结

- 1.BIM在方案阶段应用，在不同类型的项目中应结合自身要求，有的放矢的去将BIM工具应用到方案设计中，进而最大程度发挥BIM的价值。
- 2.博物馆之类的公建项目BIM阶段应用主要在于复杂空间的梳理，特别是管综时，由于空间复杂，净高要求高，应充分利用梁腔空间，结合相关规范要求和施工需要合理进行综合。
- 3.3D打印技术近几年也逐渐成熟，项目组主要注重三个方面的工作：前期数据处理、3D快速成型、后期抛光或喷漆。
- 4.基于BIM的合规检测技术将随着三维正向设计的逐步推广和尝试。合规检查将是必须经

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

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

历的一个环节，也将为未来三维审图做好前瞻性探索工作。

- 5.基于BIM的工程量统计方面，只要构件族库（命名）完善、构件尺寸精确、构件细节完整、切割关系等比较明确以及构件与清单代码件的映射完整。从BIM模型里提出的量还是相对比较准确，特别是钢构件，对于甲方也有一定参考意义。
- 6.项目协同管理平台具有降低沟通成本、有效的流程追踪、便捷的模型查看方式等优点，未来将有比较好的发展潜力。