

公司名称
华东建筑设计研究总院

项目地址
中国，上海

应用软件
Autodesk® Revit® Architecture
Autodesk® Revit® Structure
Autodesk® Revit® MEP
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® Ecotect®
Autodesk® Vasari
Autodesk® 3ds Max® Design
Autodesk® Dynamo

世博会博物馆

——基于BIM的设计实践

世博会博物馆项目是上海市民用建筑类政府投资的第一个BIM试点工程，为积累BIM技术应用经验，检验BIM技术在设计、施工及运维全生命周期的应用效果，也将为BIM软件和建筑业法律法规的革新带来新的思路与解决方案。

—孙璐
BIM中心主任
华东建筑设计研究总院



图1 日景效果图

华东建筑设计研究总院（英文简称：ECADI）是中国最具影响力的建筑设计机构之一，隶属于上海现代建筑设计集团。多年来，总院设计项目遍及全国各个省市、数十个国家和地区，完成工程设计及咨询项目数以万计，并培养了包括院士及国家设计大师在内的许多杰出专家人才。

ECADI密切关注并深刻理解设计行业发展趋势，集成并提升各专业和专项技术高端核心竞争力。根据客户的差异化需求，量身定制优秀设计产品，稳步提升高端市场占有率及美誉度，树立中国自主品牌标杆。

进入本世纪以来，ECADI始终以“设计时代精品，引领美好生活”为使命，发扬高效、合作、领先、敬业、创新的企业精神，立足全国、面向国际，围绕“国际理念、中国实践”的定位，打造“ECADI设计、国际品质、属地服务”的理念与自主品牌形象，力求成为国内领先，并具有国际竞争力的国际化建筑设计企业。凭借强有力的国际国内资源整合能力和设计总包管理能力，有效推动了大批大型复杂项目的顺利实施，在超高

层、酒店、交通、办公、会展、观演等建筑专项领域成绩斐然。承接了以世博中心、世博文化中心、虹桥综合交通枢纽、武汉中心、中国博览会会展综合体等为代表的一系列具有国际国内影响力的自主品牌原创项目。

总院积极推进国际化发展，设计作品遍布亚洲、欧洲、美洲、非洲和大洋洲等多个国家，原创设计了科威特亚奥理事会总部大楼、印度古吉拉特国际金融科技城、特立尼达和多巴哥国家表演艺术中心、芬兰维基科技园总部生态办公大楼、斯里兰卡Havelock City等重要境外项目。

1. 项目简介及背景

为传承世博遗产，发扬世博精神，上海市政府决定在世博会浦西片区新建一座永久性的世博会博物馆。世博会博物馆位于上海市中心黄浦江畔原上海世博会浦西片区，占地4公顷。基地西邻卢浦大桥引桥段，东侧毗邻世博会城市足迹馆、日本产业馆和思科馆原址。东侧地下设有轨道交通13号线，南侧与黄浦江以一个停车场相隔。新馆选址地块东南侧留有一处上海市历史保留建筑飞

BIM软件本土化方面还不够成熟，缺少符合国内出图标准和要求的图例，这也使国内的建筑企业在应用BIM技术方面的积极性不够高。华东总院为顺应行业发展，立足于项目，大力开展BIM三维协同设计，提高设计质量，提升设计品质。

—陈顺
BIM中心
华东建筑设计研究总院

探索和互动，参观者将会“探寻、体验和分享欢乐”，更多的“参与”和“体验”到这一建筑当中。总而言之，世博会博物馆是让来到这里的人们被动的感受已经塑造好的城市生活中室内外空间，回忆过往的150年世博会历史，感受人类的文明之路，体验交错的时空，并且可以主动自由的参与和开展各种丰富多彩活动的平台。



图2 设计概念

机库旧址，项目西侧、北侧、东侧规划地块为上海世博会地区文化博览区，远期将形成文化博览建筑组团。世博会博物馆总建筑面积46550平方米，建筑高度33.8米，地上5层，地下1层。新建成的世博会博物馆将全面综合地陈列展示世博会160多年历史、2010年世博会盛况，以及2010年以后历届世博会情况。作为全球唯一世博主题博物馆，上海市委、市政府高度重视，将该项目列入上海市十二五规划的重点文化建设项目，并成为上海市民用建筑类政府投资的第一个BIM试点项目。

2. 设计立意

本项目为上海市第一批BIM试点项目，上海市长杨雄亲点的项目，目的是推动上海市BIM技术发展，响应国家“十二五”发展规划。

世博会博物馆以“世博记忆”与“城市生活”作为设计主题，通过概念的演绎以空间、形体、立面、景观的多层次处理，进行设计表现。

“世博记忆”将建筑作为“承载欢乐记忆的容器”——承载了每届世博会的闪亮“瞬间”和世博会150年记忆的“永恒”。每一届世博会从举办到落幕，都犹如绚烂的烟花，无论绽放时多么璀璨辉煌，却在短暂的时间里消失。在人们心目中，留下的只是故事的碎片和欢乐的记忆。因此，设计者希望世博会博物馆将是一个收纳这些美好回忆的“时间容器”，能永恒的锁住历史长河中每个动人的瞬间。

“城市生活”是本项目创作的第二个主题，亦是上海世博会“城市让生活更美好”的延续。常规的博物馆展品是被动的被参观者观赏，而在世博会博物馆中，设计者将其转换为参观者主动的

本项目的绿色设计除考虑项目设计时的理念和措施，还注重了日后使用过程中的可持续性。因此，世博会博物馆在具体的设计中贯彻“好用，好看，好管，好养”的四好原则。“好用”即紧密结合馆方提供的工艺技术要求，确保使用功能的好用。同时保证展厅有较大的适应性和灵活性，各功能分区既相对独立，又有机联系，便于统一管理。设计方案应技术可行、流线科学、经济合理、安全适用。“好看”即借鉴世界顶尖之作的经验，把握时代脉搏，走在视觉艺术的前沿。采用不通过方式的对比形态叠加，力图诠释世博会博物馆独特之美。“好管”即为各功能模块划分管理分区，明确出入口，方便管理。对外服务区各功能块具有多方向性，可以多方向进入，又方便独立管理。“好养”即建筑设计因地制宜、经济适用。地上建筑分区集中，有利于节能。藏品集中布置，采用环形廊道和两道门禁，便于监控。立面采用低能耗材料，材料易于清洁。

3. BIM设计实践

3.1 建筑策划

根据项目定位，世博会博物馆是世博文化交流的



图3 项目定位

平台，世博知识传播的宝库，世博精神延续的场所，设计应该兼具平台性、文化性和市民性。根据业主的使用需求，平面布局共分为七大功能区，分别是陈列展览区、藏品展区、文献研究中心、行政中心、公共服务区、综合服务区及地下车库与设备区。

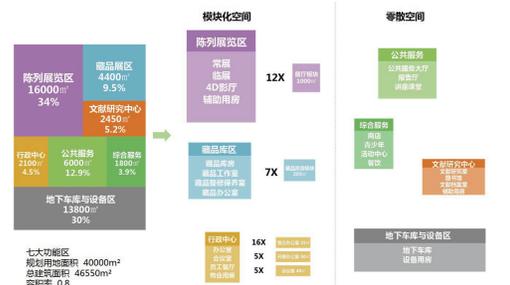


图4 功能要求

世博会博物馆建筑形态以城市周边环境特征和内部良好的功能组织为依托。方案设计为整体矩形体块，建筑中央设计一处名为“欢庆之云”的通高大厅，是区域内汇聚人气、吸引人气的中心。矩形体块内部以绿意盎然的展馆街为主线，唤起人们参观世博时的感受。复杂的建筑造型与展览组织动线使应用BIM技术的优势得到体现。

本项目BIM技术应用的目标如下：

- 样板示范工程目标
通过本工程BIM技术的使用，总结本工程BIM经验，在民用建筑中尤其是重大文化场馆建设中起到示范带头作用。
- 科研创新目标
通过在BIM技术应用的科研创新，提升工程品质。
- 实践目标
通过在世博会新馆建造工程实践中，运用BIM技术提升工程质量，控制工程造价。

项目前期根据建筑策划，华东院制定了BIM实施大纲，内容包含实施目标、实施计划、模型深度标准、交付标准等，并在设计阶段梳理BIM三维协同设计流程以指导整个设计团队基于BIM平台的分工协作。

BIM设计流程如图5所示。BIM模型以功能模型和体量模型为核心；在扩初阶段信息传递分化为建筑、结构、机电模型，对这些模型进行性能化分析及优化；在施工图设计阶段进行各专业协同设计，并与施工BIM团队进行模型对接，最后提给专项设计公司进行深化设计。

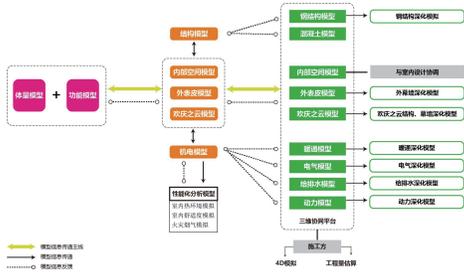


图5 BIM模型信息传递与反馈

3.2功能模型

功能模型从功能分区、空间关系、模块系统、空间结构入手，加入参数化变量，构建功能BIM模型，实现直观的展示和分析。

功能分区

项目基地长约300m，宽约150m，一侧短轴面向黄浦江，另一侧与主要道路相邻。根据场地分析，功能区从北至南由封闭转向开放，北向设置行政办公区，南向设置综合服务区，中间部分设置入口广场和“欢庆之云”，沿入口广场设置陈列展览区。

因该项目空间复杂，没有标准层，基本为错层分布，所以项目组利用BIM模型，进行体块颜色划分，直观表现各功能区空间关系，便于空间推敲和汇报演示。

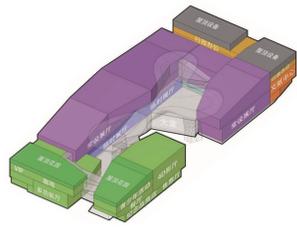


图6 功能分区_1

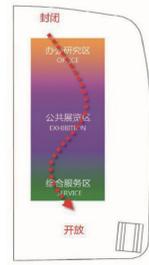


图7 功能分区_2



图8 功能分区_3

空间关系

根据世博会博物馆的功能分区和空间布局，结合空间设计要点抽象形成空间关系图。展览空间关系主要考察以下要点：1) 建筑整体空间布局和轮廓；2) 建筑对外出入口；3) 垂直交通体系；4) 陈列展览空间；5) 公共空间；6) 办公空间。

廓；2) 建筑对外出入口；3) 垂直交通体系；4) 陈列展览空间；5) 公共空间；6) 办公空间。

BIM提供空间关系分析可视化，便于沟通交流和汇报演示，且在方案比选阶段，便于空间推敲，提高决策效率。

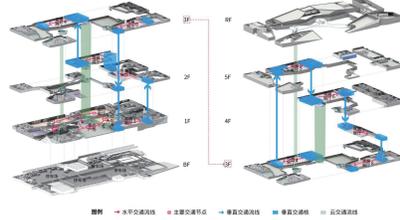


图9 空间结构图

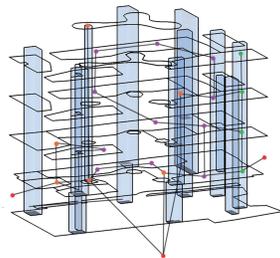


图10 空间关系图

模块系统

在BIM模型中构建博物馆模块化空间，如展厅。展厅模块依据设计任务书、博物馆建筑设计规范及建筑采光设计标准等，设置参数化的形态比例及开窗大小。

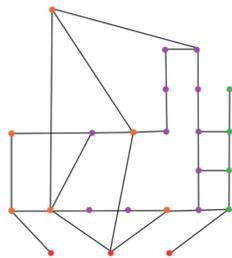


图11 空间关系拓扑图解

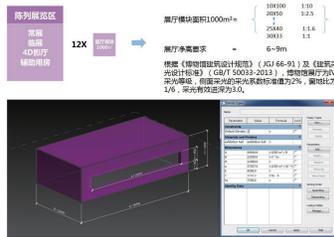


图12 模块系统

利用BIM模型进行采光分析，分析结果要满足国家项目设计标准，图11所示的标准验证了设计的合理性。

表 4.0.11 博物馆建筑的采光标准值

采光等级	场所名称	侧面采光		顶部采光	
		采光系数标准值(%)	室内天然光照度标准值(lx)	采光系数标准值(%)	室内天然光照度标准值(lx)
III	文物修复室*、标本制作室*、书画装裱室	3.0	450	2.0	300
IV	陈列室、展厅、门厅	2.0	300	1.0	150
V	库房、走廊、楼梯间、卫生间	1.0	150	0.5	75

注：1 * 表示采光不足部分应补充人工照明，照度标准值为750lx。
2 表中的陈列室、展厅是指对光不敏感的陈列室、展厅，如无特殊要求应根据展品的特征和使用要求优先采用天然采光。
3 书画装裱室设置在建筑北侧，工作时一般仅用天然光照明。

图13 博物馆建筑的采光标准值

空间结构

BIM技术助力该项目的空间分析，方案比选及可视化设计。世博会博物馆共有16个平面标高。展览流线蜿蜒起伏，陈列展览区位于整体建筑中部，正对东面公众主入口广场，一至五层错层布置8个常设展厅，一层平层布置3个临时展厅，保证了常展流线的层次递进和临展流线的可选择性。

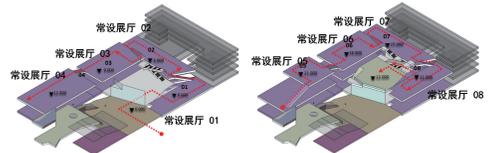


图14 展厅空间关系

3.3体量模型

体量模型分体量和幕墙两部分进行构建，从“历史河谷”和“欢庆之云”分别进行空间设计。

体量

依据“历史河谷”的构思，把主体部分划分为6个小体块，对每个小体块分别进行可参变的平面切分、立面倾斜、空间切割，最后有机组合成河谷的形态。

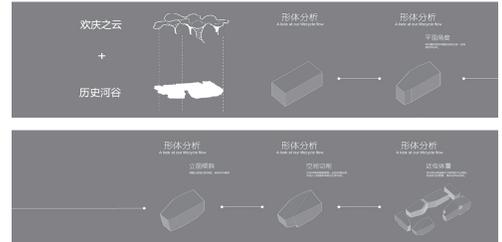


图15 体量模型形体切割

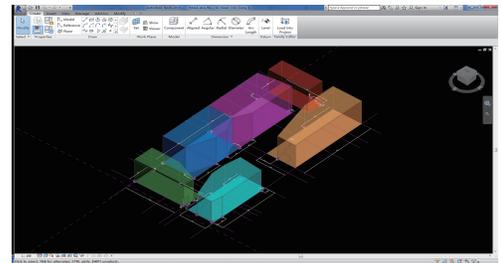


图16 体量模型平面角度切割

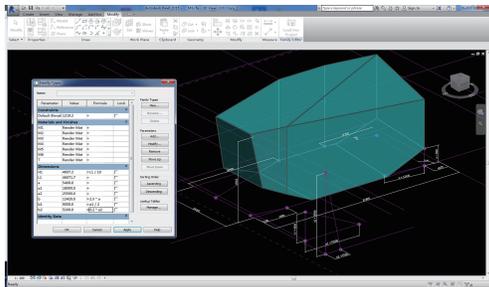


图17 体量模型立面倾斜→空间切割 1

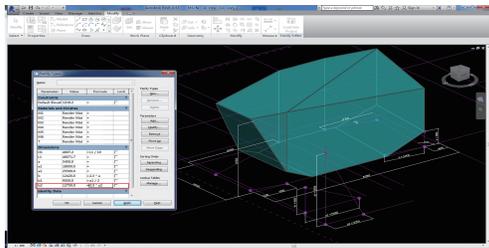


图18 体量模型立面倾斜→空间切割 2

展厅空间要求复杂，多个展厅层高不同，同时分布在不同标高上。在设计推敲中，设定不同标高，再选相应的标高来设立体量楼层。根据 Autodesk Revit快速生成的体量楼层明细表，可以实时监测面积数据，并进行体量造型与面积的一体化调整。

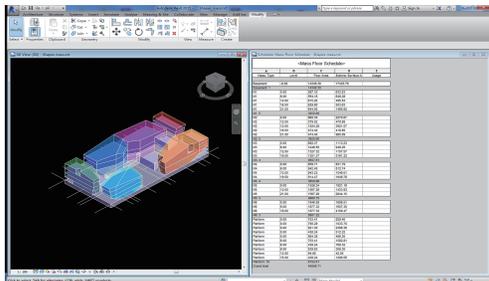


图19 体量楼层面积明细表

依据“历史河谷”的构思，进行空间细部推敲，通过细化体量造型，在局部分别表现栈道、台地、坡地、桥和园的形态。

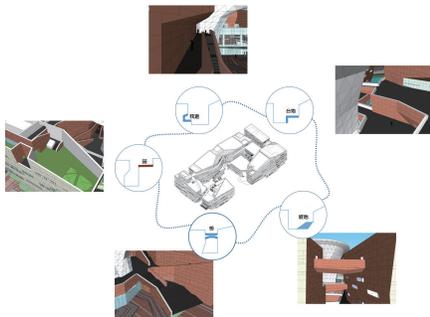


图20 “河谷”空间推敲

幕墙

世博会博物馆“历史河谷”部分外幕墙分为金属幕墙和石材幕墙。金属幕墙表面分割规律，石材幕墙表面每3000mm均匀分割幕墙，在3000mm分割中又有500mm、1000mm、1500mm三个分割层次，其分割顺序随机。

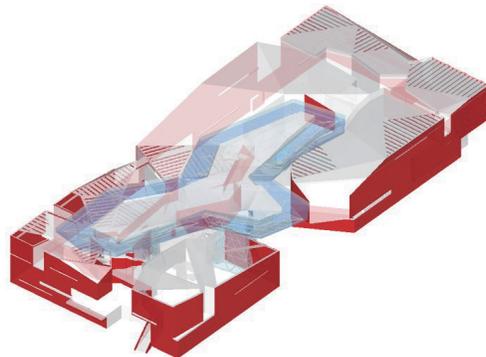


图21 石材幕墙表面分割

运用BIM软件对石材幕墙进行具有一定随机性的表面划分。首先，创建间距6000的竖向网格划分和间距500、1000、1500的横向网格划分，给横向网格划分一定随机性。再将横向、竖向网格与选定面相交，得出相交点。编写算式得到体量切割边界内的相交点，将点阵转化为四边形点阵，填充自适应幕墙，形成幕墙丰富的机理。



图22 石材幕墙

世博会博物馆基于BIM的设计实践，旨在把设计重心向前端转移，尝试突破传统的设计进程，结合BIM与建筑策划，丰富建筑全生命周期信息数据流。

—徐心怡
BIM中心
华东建筑设计研究总院

4. 结语

世博会博物馆项目非常复杂。博物馆内部有14个展厅，全都在不同的标高上面。BIM在艺术效果、造型创意、功能分析、项目采光分析及建成布展后人流及物流动线设置等方面进行了综合的推敲和分析，建筑设计的许多环节都需要依靠BIM技术推进。

在设计阶段，世博会博物馆应用BIM解决了大量图纸纠错和管线碰撞问题，并完成了绿色建筑方面的优化分析，为业主决策提供了强大助力。通过三维建筑模型可以直观了解到展厅净高、管道现状等细节问题，提早进行优化。在施工阶段，BIM模型成功指导施工单位进行工程计划的安排以及混凝土和钢结构的预制。此外，BIM还为世博会博物馆的设计工作实现无纸化办公，使设计方、建设方、业主方通过统一平台共享设计信息，加强专业协同，提升工作效率。

对世博会博物馆项目，BIM技术在异形结构设计、可视化、施工辅助及后期运维等方面均起到大幅提升效率与生产力的作用，从而确保了工程质量。

世博会博物馆基于BIM的设计实践，不仅使得设计与施工无缝的对接，通过BIM直观性实现设计沟通的决策的有效性，基于BIM进行设计优化和幕墙深化，从而有效的进行施工交底；同时也为后期运维奠定了基础，更重要的是作为上海市民用建筑第一个BIM试点项目，在为文化类建筑积累BIM技术应用经验的同时，也通过该项目推进BIM在国内工程建设行业的发展与普及，起到行业示范性的作用。