



“花开中国梦”

——记第十届中国花卉博览会 BIM 技术应用

作者：

王顺晨——上海现代建筑设计集团工程建设咨询有限公司

刘文鹏——上海建筑设计研究院有限公司

陆 扬——上海现代建筑设计集团工程建设咨询有限公司

吴反反——上海建筑设计研究院有限公司



1. 项目概况

2021年5月至7月，第十届中国花卉博览会在上海市崇明区举行。该项目位于上海崇明东平国家森林公园及周边地区。项目整体规划面积9.91平方公里，其中花博展园用地面积3.17平方公里，由主展区和西南拓展区组成。项目以“花开中国梦”为主题，构建“三区、一心、一轴、六馆、六园”的主要空间布局。

中国花卉博览会是我国规模最大、规格最高、影响最广、内容最为丰富的国家级花事盛会，被誉为中国花卉界的“奥林匹克”。本次花博会项目贯彻落实了习近平新时代中国特色社会主义思想，推行“创新、协调、绿色、开放、共享”发展理念，是建设美丽中国，加快科技成果转化的契机。该项目涉及到的专业门类较多、参与方众多，组织结构复杂，因此对项目的整体设计水平和管理需求都提出了新的挑战。

2. BIM实施策划

项目BIM实施以建设阶段全过程、全方位数字化管理为总体目标，从设计、技术、质量等多角度广泛开展BIM技术应用提升项目设计水平和管理效率。根据项目特点以及组织结构复杂性，采用工程项目建设周期的BIM应用模型，由BIM总控单位协助业主方主导，各参与方在工程建设周期协同应用BIM技术，充分发挥BIM技术的最大效益和价值。

在项目实施前，编制了项目《BIM技术应用方案》和《BIM技术应用规则》，规定了各参与方的数字化建造目标及流程，统一了BIM技术协作语言。同时也制定了项目的软件应用技术路线，采用Civil 3D、Flow Design、Revit、Navisworks、Infraworks等适用于项目不同阶段的BIM应用软件，保障模型数据传递的连续性和准确性。



图1 项目建设周期BIM应用方案

3. BIM技术实施

3.1 场地规划与设计

在项目方案决策阶段，BIM团队对初步创建的场地模型进行性能化分析，包括利用BIM+GIS软件进行可视域分析、利用Flow Design软件进行风环境模拟和利用Civil 3D软件进行地形分析，并出具规划分析报告，辅助项目整体方案决策，提高项目节能水平，实现可持续发展。

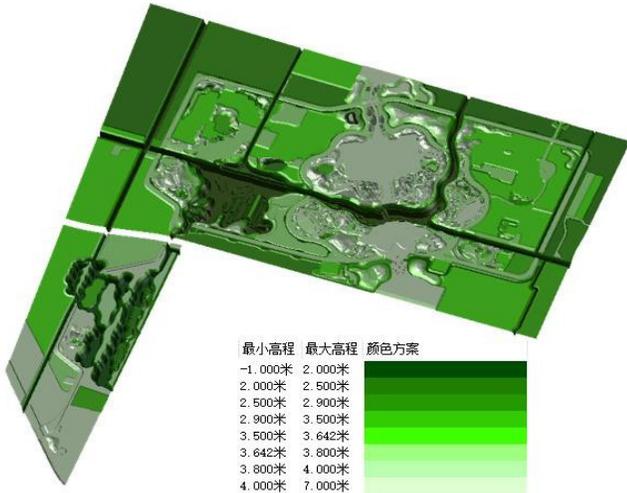


图2 高程分析

3.1.2 土方工程数字化解决方案

该方案首先利用无人机和三维扫描仪等数字化手段，采集项目现场原状地形的点云数据，结合软件土方量统计方法，计算园区内各区域的土方量挖填状况。然后基于运筹学理论和软件算法设计，采用不同路径规划理论，对园区内土方运输的主要施工便道、次要施工便道、以及临时道路等进行合理规划，力求达到运输及建造成本的最小化。最后在路网布置的基础上，运用运筹学理论，对场地内各区域之间的土方运输量进行电算，得出项目场地土方平衡问题的最优实施方案。

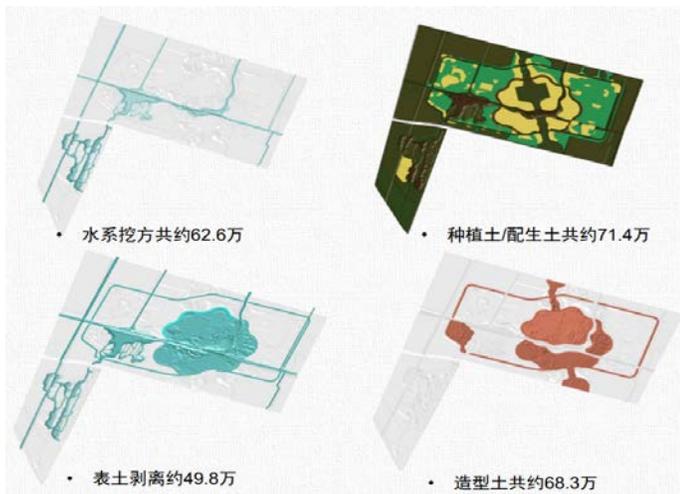


图3 土方量统计

3.1.3 苗木信息化管理系统

花博会园区内设计拥有近七万棵上木，其苗木种植和后期的运维管理是项目的难点之一。为了实现园区内苗木的数字化管理，项目在BIM+GIS轻量化模型平台的基础上，建立了基于网页端的后台苗木信息化管理系统。该系统对园区内的每一棵苗木的相关参数和数据都进行了录入和编码，实现园区内苗木从采购进场、施工种植直至后期运维的全生命周期精细化管理。



图4 苗木信息化管理系统

3.2 数字化协同

在数字化协同方面，BIM团队利用模型轻量化技术和渲染引擎，完成了花博会项目的整体数字化预建，并且通过在项目实施前搭建的数字化协同工作平台，完成了项目各阶段各专业的BIM成果线上存储及审核。

3.2.1 项目整体数字化预建

在对项目整体进行BIM应用前，将不同格式、不同数据源的BIM模型进行整合，利用Infraworks平台，将多源异构模型轻量化后位置坐标转换，将模型整合到同一平台上，完成了项目整体的数字化预建。同时BIM团队利用国内自主研发的模型渲染引擎，将场馆建筑、地形地貌、市政管线、花卉苗木等的各专业模型轻量化整合后，建立了网页端的项目模型平台，解决了浏览流畅性与设备配置之间的矛盾，保证模型光影效果、水面效果和树木动态效果的同屏呈现，实现了园区整体数字化预建。



图5 BIM+GIS模型整合

3.2.2 数字化设计成果审核

在项目实施前，BIM团队依据项目规模，搭建了协同工作平台。各参建单位经授权上传专业模型，BIM团队依据模型审核标准对成果进行线上审阅、批注和发起流程，形成模型审核报告，提高了BIM成果的审核效率。



图6 模型审核报告

4. 场馆BIM设计

4.1 原创方为设计、落地才是正果

当下，建筑行业粗放扩张的时期已成过去，伴随着建筑业数字化转型的浪潮，精益求精的数字化原创设计已逐渐兴起。建筑师引导的原创设计以BIM作为技术支撑进行协同设计，以BIM作为管理手段提升项目整体设计管控能力，让BIM技术成为实现精细化原创设计管理的落脚点。

本届花博会六大场馆均为原创建筑设计为主导下的BIM正向设计，通过BIM技术对每个场馆实现全过程协调管控，使得每个原创作品得以超高还原、精准实现。



图7 场馆总览

4.1.1 “蝶恋花”——世纪馆BIM设计

世纪馆占地面积约2万平方米，高度15米，最大的特色在于是一个模拟中华虎凤蝶的拟态建筑，但同时如何将蝴蝶的轻盈舒展与钢筋混凝土的厚重相结合也是本项目最大的挑战，为了完美的平衡建筑美学与结构力学之间的碰撞，项目结构设计采用BIM正向设计手段解决屋顶形体推敲的设计难点。建筑专业Nurbs找形定

方案，直接通过模型与结构专业提资和反提资，随后基于结构分析反馈的网格模型（即不直接参与三维协同的影子模型），逆向还原参与强协同的Nurbs模型。经过BIM模型反复找形，确定了屋面拱高、优化曲面与梁的位置关系，保证了建筑立面的蝴蝶翼造型舒展平滑，最终，“蝴蝶翅膀”创新性采用自由曲面预应力混凝土薄壳结构，搭配长细比1:28的高细摇摆柱，以250mm的厚度横跨280米，成就全国之最。



图8 自由曲面预应力混凝土薄壳

4.1.2 不同寻常的“中国潮”——复兴馆BIM设计

复兴馆是本届花博会规模最大的主体永久场馆，建筑面积3.7万方，建筑高度18米，造型上运用中国传统折纸的概念，屋面上高低起伏、错落有致，宛如一张可以折叠的薄纸，使得整个建筑屋面都显得轻盈舒展。

复兴馆设计的最大难点就是造型复杂、连续起伏的超长大屋面。将折纸艺术从纸面复刻到建筑屋面，不仅需要多专业间的多轮次协调，还需要考虑多种材料交叠、多种退距原则、结构布置限制

等多因素限制。因此复兴馆采用全过程伴随式BIM正向设计，通过技术手段克服多因素限制，达成设计目标。

由于屋面的高低起伏，导致结构梁布置非常不规则，通过BIM模型的精准定位，结构专业直接导入BIM输出的线模计算分析，解决计算难题。并将模型对接钢结构深化模型，对深化模型进行审阅、比对，确保深化成果与设计意图的高度一致。

屋面设计优化

造型复杂——连续起伏
多专业协调—建筑/结构/幕墙/水
多种材料相互交接

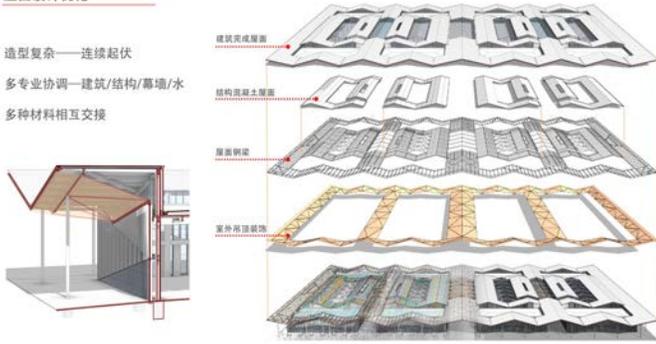


图9 折纸屋面图解

复兴馆，作为党的百岁诞辰之礼，荣获了2021年“上海设计100+”正选名单，完美诠释了中国建筑设计原创的力量水平。

4.1.3破茧成蝶——竹藤馆BIM设计

竹藤馆占地面积940㎡，高14.5m，通过多个套叠的异形曲线形成一个缺口的竹茧形态，呼应破茧成蝶的寓意。场馆主体结构采用钢框架-双层斜交索网结构体系。

竹藤馆的特色在于采用“去建筑化”的思路，使场馆从建筑物转变为“器物”，获得一种景观雕塑式的艺术特质来展现编织特性的意义性建构。外观上像是由竹藤编织而成，是一种交叉编织单元从平面沿曲面法线逐渐扭转的三维编织方式。利用参数化工具进行编织肌理设计逻辑梳理，并在Revit模型中进行预制构件的预拼装、碰撞校准，节省了大量的人力物力。

编织肌理设计逻辑

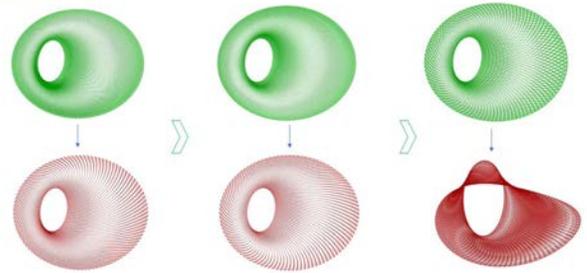


图10 编织肌理设计逻辑

4.2至臻、融合——BIM助力低碳可持续利用

当下，低碳处于未来发展的风口浪尖，建筑行业碳排放占比超1/3，低碳化转型刻不容缓，为响应国家双碳目标，BIM助力“勤俭办博”的理念，从原有的精装修设计多轮优化至无吊顶极限设计，保证效果同时极大地节省经济、人力成本。通过BIM技术，在前期设计阶段便多方案论证会后场馆的使用方式，依据会后建筑改造方向，提前进行大量钢结构的预留预埋，减少浪费，生态办博。

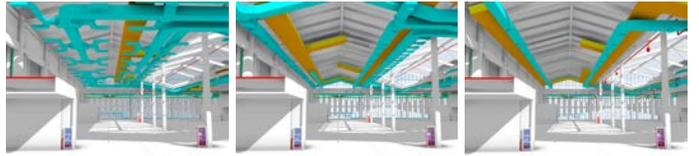


图11 极简优化

通过将数字化与低碳化发展相结合，让数字化和低碳化互为引领，以数字化转型为引擎，以低碳化发展为应用场景，实现BIM技术和应用场景深度融合，助力建筑行业数字化、低碳化发展，重塑行业竞争力。



欧特克大视界

咨询热线：400 056 5020

Autodesk、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供应、规格以及SRP的权利，恕不另行通知，同时 Autodesk 对于此文档中可能出现的印刷或图形错误以及其他错误不承担任何责任。© 2021 Autodesk, Inc. 保留所有权利 (All rights reserved).

