

BIM技术在世博文化中心项目中的应用

BIM Application in Expo Culture Center Project

撰文 徐浩 梁广伟 耿跃云 上海现代建筑设计集团华东建筑设计研究院有限公司

1 利用BIM打造世博文化中心

世博文化中心为世博核心区一轴四馆的永久性建筑之一，建筑总面积126 000m²，建筑主体为18 000座多功能主场馆，并具有电影、音乐俱乐部、真冰溜冰场、餐饮服务、特色商业和观光等功能。主场馆以每年举办250场演出作为使用目标，具有5 000, 8 000, 10 000, 12 000, 18 000座的多种使用模式。场馆采用了多项建筑创新技术，并通过了国家三星级绿色建筑认证。在2010年“创新杯”建筑信息模型（BIM）设计大赛中，世博文化中心项目囊括“最佳BIM建筑设计奖”，“最佳BIM工程设计奖”，“最佳BIM协同设计奖”，“最佳绿色分析应用奖”四项大奖的一等奖，成为本次大赛的最大赢家。世博文化中心Revit模型如图1所示。

如此大的一个单体建筑，无论是其建筑外形的实现还是内部功能的合理布局，以及大量的设计细节等，都要在BIM中体现出来，这将是一项艰巨而又富有挑战性的任务。选择Revit软件作为具体实施BIM的平台，取决于两方面：一是Revit作为一个BIM平台，它的开放性和兼容性非常

好；二是Revit数据信息结构具有完整性及应用的便捷性。

由于Revit平台优秀的开放性和兼容性，运用了大量的其他BIM软件与Revit整合到一起来进行BIM的构造，其中最为突出的就是找型软件Rhino、结构软件ETABS和机电管线软件MagiCAD。

在建筑方案的初期阶段，先利用Rhino对文化中心壳体进行初步找形。然后用Micro Station对壳体进行编程划分，确定蜂窝铝板的三维坐标和尺寸，使其单块的大小尽可能统一，在保证整个壳体美观的同时又便于指导加工和安装，最后导入Revit形成BIM模型。整个过程如图2所示。

结构是建筑领域里最早使用BIM技术的专业，如今已经有很多像ETABS这样的结构软件能够与BIM软件顺畅、准确地双向交流。这对于模型的利用效率以及模型的准确性都具有积极的意义。

使用MagiCAD软件进行部分机电设备和管线的建模，充分利用MagiCAD软件的本地化机电设备材料库，自动调整管道交叉，进行专业计算，充分发挥Revit软件作为BIM平台的优势。

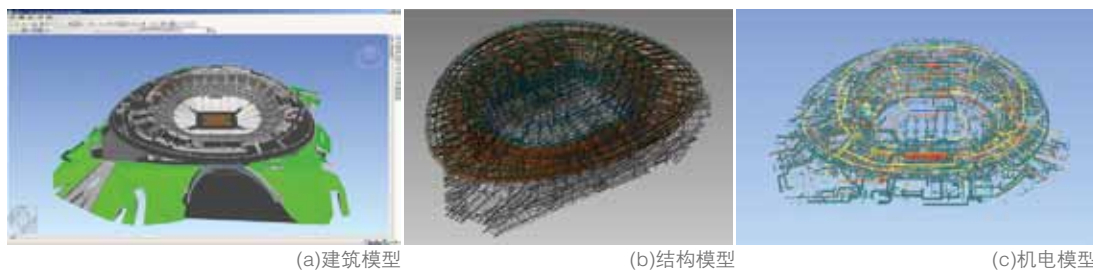


图1 世博文化中心Revit模型

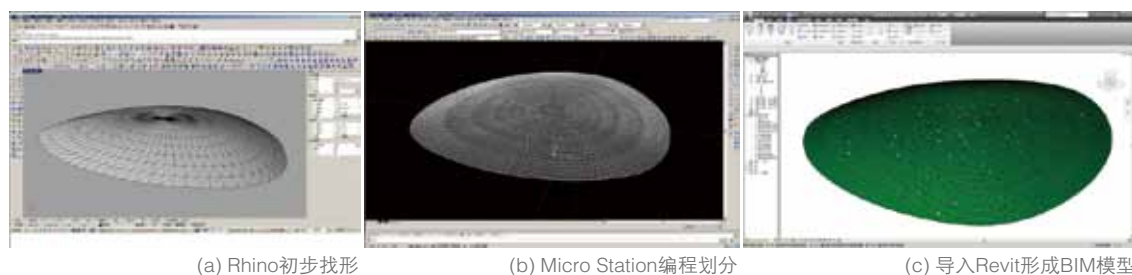


图2 世博文化中心顶盖BIM模型形成过程

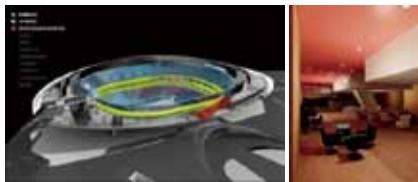


图3 世博文化中心内部空间展示

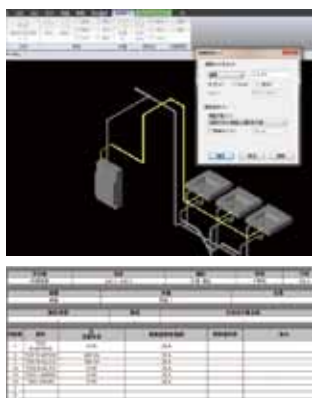


图6 机电系统的电气负荷和管道应力计算



图7 建筑材料和机电设备统计



图4 BIM整体模型导入SAP2000

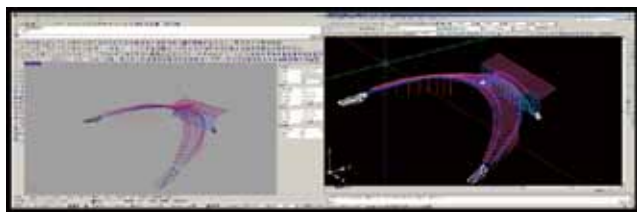


图5 南入口大跨度雨篷导入X-steel

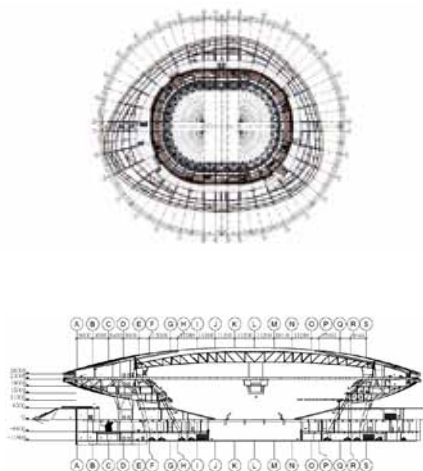
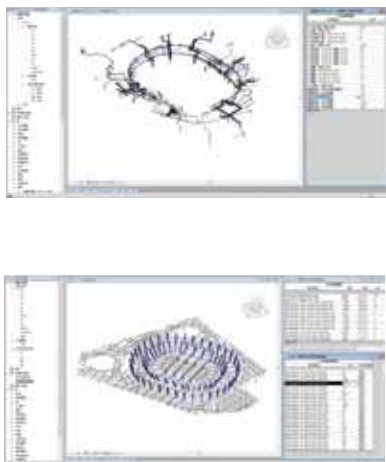


图8 利用BIM模型直接出平、剖面施工图

2 基于BIM的应用和分析

建筑归根到底是一个三维体，而像世博文化中心这样从体型到功能都非常复杂的建筑物只有通过建立信息模型的方式才能真正达到设计师的要求。以往各专业设计分析所用的分析模型不能统一也不够精确，数据信息更是无法整合到一个平台上加以利用。BIM很好地解决了这个问题。由于BIM包含了一个项目完整的几何、物理、性能等信息，可以从BIM模型中自动抽取各种分析、模拟和设计优化所需要的数据进行计算，这样设计师就能根据计算结果对设计进行调整，直到产生满意的优化设计结果为止。虽然各种纷繁复杂的分析软件对文件格式和数据信息结构要求不同，但Revit已能满足其中大部分的需求。

在世博文化中心项目上基于BIM的应用和分析主要体现在以下4个方面：

（1）直接利用模型进行可视化设计和3D漫游

有了BIM模型，世博文化中心的场馆内部空间关系、中心舞台空间位置一目了然，可以运用模型来做各种空间分

析和效果图、3D漫游等视频视觉效果展示，如图3所示。

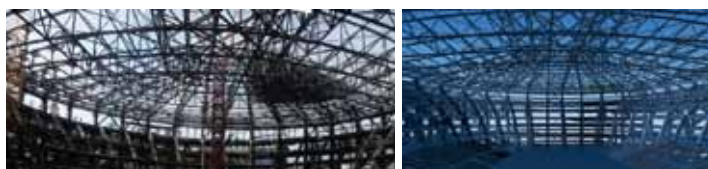
（2）专业的计算和分析

无论是将模型和数据信息导出到专门的分析软件中进行专业分析和模拟，还是直接利用Revit软件自带的计算功能，都能保证模型和数据的一致和精确。如图4所示的整体模型导入结构分析软件SAP2000进行计算，图5为南入口大跨度雨篷导入钢结构分析和节点详图设计软件X-steel进行计算，图6为一些机电系统的电气负荷和管道应力计算。

（3）设备材料统计和施工图

由于BIM模型包含了建筑物所有构件、设备的全部信息，因此能够准确、便捷地统计出建筑物的设备材料数据，这为项目的概预算提供了数据支持，提高了效率和精度，同时又为业主进行成本控制和精确施工提供了宝贵的参考意见，如图7所示。

利用BIM模型直接出平、立、剖施工图，不但便捷、高效，而且能够最大程度减少错漏碰缺。在一些特殊的剖面的表现上，帮助设计师更加全面、准确地去思考，见图8。



(a)施工现场实景照片 (b)BIM模型

图9 利用BIM模型指导顶盖钢结构施工

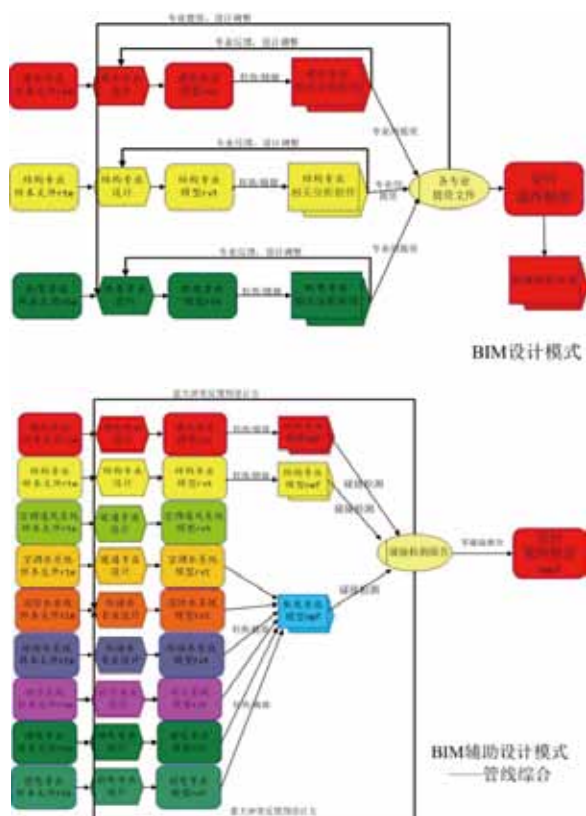


图10 BIM设计方法框架图

(4) 施工模拟和施工现场指导

BIM模型与MS Project, Visio等施工进度软件结合起来进行施工模拟, 可以根据不同的施工方案按月、周、天看到项目的施工进度并根据现场情况进行实时调整, 分析施工方案的优劣, 从而得到最佳施工方案, 达到优化进度、缩短工期的效果。另一方面对项目的重点、难点部分或特殊的隐蔽工程进行可建性模拟, 按秒、分、时进行施工安装方案的优化分析, 把使用传统方法在施工现场可能发生的各种问题消除在实际发生以前。

如图9所示, 施工现场利用BIM模型直接指导施工和钢结构装配, 提高了施工效率, 大大缩短了建造周期。以BIM模型和3D施工图辅助传统二维图纸指导现场施工, 避免了现场人员由于图纸误读引起施工出错和意外。BIM的现场整合主要应用在现场指导、现场校验和现场跟踪几个方面。

3 BIM协同设计方法和模式

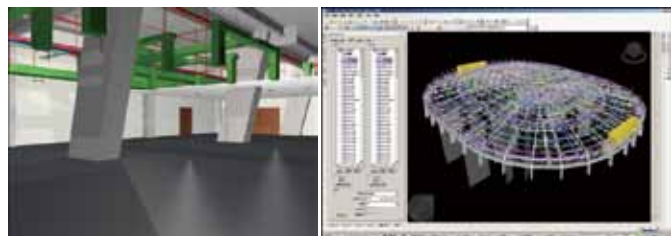
专业之间的协调问题、设计施工之间的协调问题和业主由于理解偏差而要求的变化占设计变更的7~8成, 而

通过BIM应用的协调综合功能可以解决这些问题的绝大部分。在世博文化中心项目等工程实践应用的基础上, 已形成了一个较成熟的BIM设计方法框架, 包括标准和程序, 如图10所示。

4 BIM在施工中的突出应用——碰撞检测和管线综合

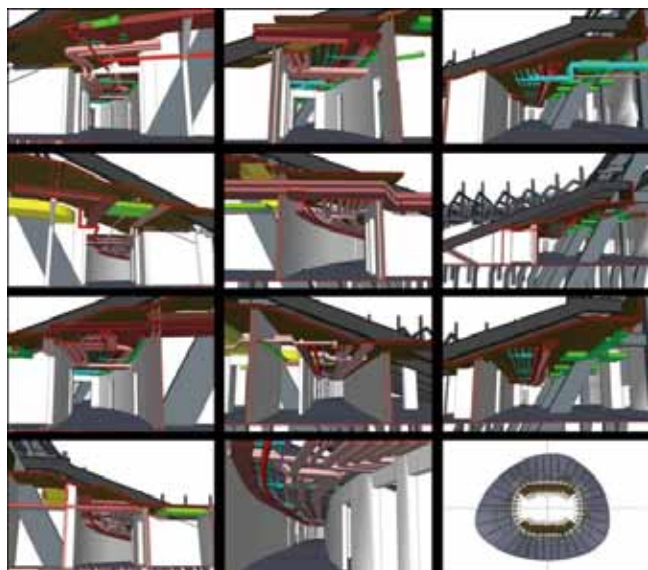
由于世博文化中心项目的复杂性和机电设计的多专业属性, 机电管线的碰撞无法避免。目前基于传统二维图纸所做的管线综合工作, 花费精力不少, 效果不能令人满意, 非常重要的一个原因在于工具的限制。而BIM的出现使工程在碰撞检测和管线综合方面有了更好的解决办法。

在世博文化中心项目中, 有针对性地对一些重要部位(如屋壳顶盖、南入口大厅、内部环廊、设备机房等)进行了重点分析和综合调整, 确定了管线位置和标高, 合理避让了结构和吊顶冲突, 保证了通道净高, 减少了施工难度, 避免了返工, 如图11所示。在此基础上, 进一步总结出的碰撞检测和管线综合的主要内容包括: 管线综合的一般流程及优化, 各专业提交资料的内容、时间及深度控制, 设计方进行重点区域管线综合的方法, 设计方保证可安装性的方法, 施工深化的方法与配合流程, 机电综合问题研究及解决策略, 机房专题研究, 进出管井处专题研



(a)南入口大厅管线

(b)屋壳顶盖管线



(c)内部环廊管线

图11 重点部位管线综合

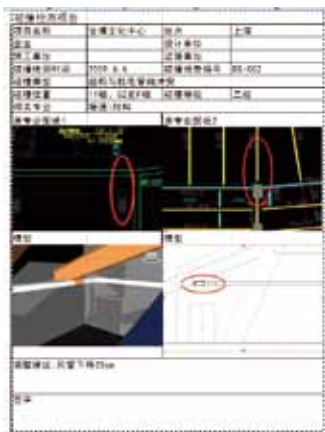


图12 管线碰撞检测报告

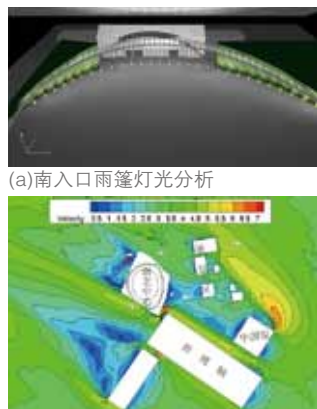


图13 基于BIM模型的性能化分析

究, 走道专题研究, 样板房专题研究等。同时, 也总结了碰撞检测和管线综合常见的类型和解决方案, 如压力管道让无压(自流)管道、可弯管道让不可弯管道、小管径管道让大管径管道、冷水管管道让热水管道等, 并形成了内容翔实的检测报告和分类系统, 如图12所示。

5 BIM对于实现绿色低碳建筑的贡献

世博文化中心项目设计按照3R原则(减量化Reduce、再使用Reuse、再循环Recycle), 统筹安排新能源利用、节能、节水、资源回收和再使用。项目采用了江水源热泵系统、冰蓄冷技术、气动垃圾回收系统、空调凝结水与屋面雨水收集系统、程控型绿地节水灌溉系统等多种有效的技术手段, 对能源和水消耗、室内空气质量 and 可再生材料的使用等多方面进行控制, 使文化中心成为真正意义上的绿色建筑, 文化中心被评为中国绿色建筑三星级。

BIM技术的应用使上述各种绿色技术手段得以更加高效、顺畅地在项目中实施。BIM技术可用于分析包括影响绿色条件的采光、能源效率和可持续性材料等建筑性能的方方面面; 可分析、实现最低的能耗, 并借助通风、采光、气流组织以及视觉对人心理感受的控制等, 实现节能环保; 采用BIM理念, 还可在项目方案完成的同时计算日照、模拟风环境, 为建筑设计的“绿色探索”注入高科技力量。

在世博文化中心项目中, 使用BIM技术与多款绿色分析软件结合的方法, 着重探索和研究了BIM在采光、日照、剧

场舒适度、剧场声学、热环境模拟、室外风环境以及南入口雨篷灯光分析等方面的应用, 如图13所示。

6 BIM的现状、展望及存在的困难和问题

BIM是应用于建筑业的信息技术发展今天的必然产物。事实上, 多年来国际学术界一直在对如何在计算机辅助建筑设计中信息建模进行深入的讨论和积极的探索。可喜的是, 目前BIM的概念已经在学术界和软件开发商中获得共识, Graphisoft公司的ArchiCAD, Bentley公司的TriForma以及Autodesk公司的Revit这些引领潮流的建筑设计软件系统, 都是应用了BIM技术开发的, 可以支持建筑工程全生命周期的集成管理环境^[4]。

越来越多的业主、设计、施工、运营管理以及材料供应商在关注BIM, 使用BIM技术来指导设计和施工的项目涵盖范围和领域也越发广泛, 既包含民用和商用的建筑设计, 又包含工业设计; 工程设计和协同设计的项目均有突出的表现, 涉及的内容不局限于建筑设计领域, 而是全面涵盖了结构、暖通、绿色分析等多个领域; 同时, 项目类型除新建项目外还拓展到了以节能环保为目标的改建项目。

BIM虽然目前还存在许多尚未解决的问题, 诸如模型族库的完善、模型详细程度和信息服务等级的划分、BIM统一标准的建立等, 但这些都会随着BIM技术的推广、BIM项目的实施得以解决。更大的困难是, BIM技术对于建筑产业中传统流程和作业方式的变革, 不单是行为模式的改变更是理念的改变^[5]。

在BIM真正成为建筑产业的核心竞争力之一后, BIM才有可能使业务向前期策划、后期建筑实施和运营管理的两端延伸, 才有可能真正服务于建筑的“全生命周期”, 实现建筑产业降低成本、缩短工期、提高品质的目标。

参考文献

- [1] 百度百科. BIM建筑信息模型[OP].
- [2] MCGRAW-HILL. Construction SmartMarket Report. 建筑信息模型——设计与施工的革新, 生产与效率的提升[R]. 2009.
- [3] CLIVE ROBINSON. Structural Bim: discussion, case studies and latest developments[J]. Struct. Design Tall Spec. Build, 2007(16): 519—533.
- [4] National Institute of Building Sciences. National building information modeling standard[S]. 2007.
- [5] CHUCK EASTMAN, PAUL TEICHOLZ, RAFAEL SACKS, et al. BIM handbook[M]. USA: John Wiley & Sons, Inc, 2007.



作者简介

徐浩, 毕业于上海交通大学工程力学系, 高级工程师, 一级注册结构工程师。
华东建筑设计研究院有限公司技术中心主任助理, BIM工作组组长。
梁广伟, 毕业于同济大学建筑工程系, 结构工程师。
耿跃云, 毕业于东华大学建筑环境设备工程系, 注册公用设备工程师。

徐浩