

# BIM 相关技术在上海中心大厦的应用

陈继良, 张东升/同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司

[摘要] 从上海中心大厦设计中应用 BIM 三维辅助设计出发, 分析 BIM 在复杂设计中所起到的重要作用, 强调信息流通的重要性, 以及目前 BIM 所存在的优缺点, 指出 BIM 会带来行业标准的转变。

[关键词] 上海中心大厦; BIM; 复杂设计; 行业标准

## 0 前言

现今, BIM 似乎成为了一种设计时尚。BIM 实质就是在计算机中虚拟建造建筑, 计算机的架构决定了设计思维的数字化过程, 所以在计算机中的任何阶段进行设计都是 BIM 的建构过程, 只是每个阶段的侧重点不同而已。BIM 架构的重点是信息, 而信息在各个阶段的自由流动是 BIM 的核心。在上海中心大厦项目中, 涉及和应用的 BIM 相关技术很多, BIM 在不同阶段解决了设计中的不同需求, 也就是说在不同阶段应该采用适当的 BIM 软件, 更加有助于设计, 而不同软件技术间信息的衔接尤为重要。

## 1 上海中心大厦概况

上海中心大厦是目前在建的中国第一高楼, 位于上海市浦东新区陆家嘴金融中心, 也是最后一栋浦东规划的超高层建筑, 总高632m, 项目总用地面积大约30368m<sup>2</sup>, 地上可容许建筑面积为380000m<sup>2</sup>, 总建筑面积573223m<sup>2</sup>, 地下部分共5层, 共计约17万m<sup>2</sup>, 基地两侧分别是402.5m高的金茂大厦和492m高的环球金融中心, 这3座大楼将构成浦东新区新的天际线。图1为上海中心的效果图。



图1 上海中心大厦

上海中心大厦设计分为两个阶段, 第一阶段由美国设计公司 Gensler 负责完成方案及初步设计, 第二阶段由同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司负责完成施工图设计, 两阶段中都使用了 BIM 设计手段。

## 2 上海中心大厦 BIM 建构

上海中心大厦设计初期, 为了塑造一个自由形体的塔, 选择合适的三维软件非常重要。从目前国内应用较多的建筑设计软件来看: Auto CAD 主要用来绘制二维图形, 3DSMAX、Maya 则被用来绘制效果图和建筑动画, Sketch up 建模软件, 在处理自由曲面时功能相对较弱。我们最终选择了工业领域的 Rhinoceros 来完成对自由曲面的构建, 而在设计过程

中结合 Grasshopper 来控制形体的变化, 亦即参数化, 从而得到建筑师满意的空间形态。如图2所示。

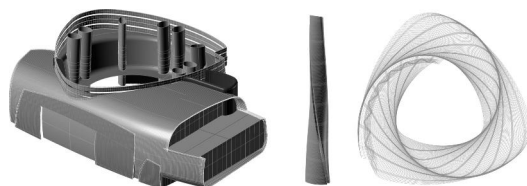


图2 Rhinoceros 及 Grasshopper 生成的模型

施工图深化设计阶段, BIM 的重点在于建筑、结构、机电等各专业间的协调。目前基于 BIM 平台的三维软件很多, 包含 Autodesk 公司的 Revit 软件系列, GraphiSoft 公司的 ArchiCAD, 及 Gehry Technologies 公司的 Digital Project 等。我们最终选择操作简便、相对完整的 Revit Architecture, Structure, MEP 这一 BIM 平台, 通过向模型中添加建筑相关信息, 如构造、材料、尺寸等构筑了比较完整的信息模型, 实现了施工深化的三维模型重构。在这个过程中我们面临着几个问题: 首先, 目前的国内施工图审查标准还是二维的, 因此 BIM 并不能作为最终的施工依据, 我们还必须将三维模型转化为二维图纸, 所以承担施工图设计任务主要还是以二维设计绘图为主; 其次, 在短时间内要求参与工程的建筑师们学会并应用 Revit 来构建模型, 有一定的难度, 所以只能特别组建 BIM 小组来配合完成施工图设计; 再次, 对于几十万平方米的超高层建筑来说, 一个完整的建筑模型的信息量会非常大, 不利于计算机操作。因此, 根据建筑的分区特征将建筑拆分成 11 个部分, 每个部分又分成建筑、结构、机电 3 部分, 依靠外部链接保持彼此间联系(图3)。也就是说由于客观条件的限制, BIM 在上海中心大厦中主要起到辅助作用。

## 3 上海中心大厦 BIM 信息流动

上海中心大厦设计的两个阶段, 采用了不同的设计软件, 如何在软件中传递信息尤为重要, 最初的设计中 Rhinoceros、Grasshopper 以及 Rhinoceros Scripts 不存在兼容性的问题, 从初期 Rhinoceros 到深入的 Revit 存在着数据转化的问题, 毕竟文件存储的格式各不相同。幸好大多数软件都能够提供几种公用文件格式, 以便进行数据交流。从实践来看, 从 Rhinoceros

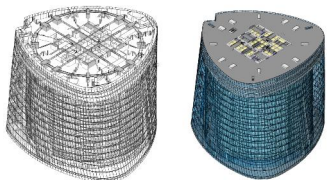


图 3 2、3 区 BIM 模型

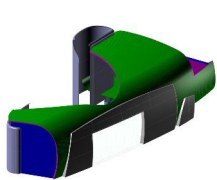


图 4 曲面拆分转换图



5 J 幕墙结构线重构转换

到 Revit 有两种较为常用的转换方式：其一，利用公用的存储格式 SAT 作为数据的转换中介，不过对于复杂的曲面来说，转换过程经常有信息丢失的情况，那么对于只是起到检测作用的模型来说，可以采用拆分曲面的方法来避免信息的丢失（图 4）。但这样就使得曲面不够完整，并且由于拆分没有固定的规则可循，信息流动不够顺畅；其二，通过 Rhinoceros 中提取模型结构线，然后在 Revit 中重建模型（图 5），这样操作能够保证曲面模型的完整度，但是对于复杂曲面来说，在 Revit 中重构比较困难。所以根据 BIM 的侧重点不同，采取比较快捷的转换方式更能提高工作效率。

同样，在结构设计中，通常钢结构计算部分往往应用 ETABS 软件计算，而在 ETABS 中搭建的模型不能和其他专业进行数据交换（图 6），并且很难形成二维图纸，通常都要在二维软件中再绘制一次，这样的重复劳动大大增加了工作量，所以必须转换成 Revit 所接受的模型格式，这样既可以和其他专业配合，又能利用 Revit 的“三维转二维”功能出图，大大提高了效率。通过 ETABS 到 Revit 的插件，输出 EXR 格式文件，将模型从 ETABS 导入到 Revit 中，不过在转换过程中，截面尺寸的设置以及杆件的连接方式都会影响模型的传递质量，有时需要人工手动调整模型尺寸，模型的信息流通并不是非常光滑的。

#### 4 BIM 对施工图设计的辅助作用

在施工图设计中，主要是应用 BIM 将建筑、结构、机电模型整合起来，配合检测设计中存在的问题，起到碰撞检测、管线综合和对复杂空间定位的作用。在这一过程中 Revit 系列的 Architecture、Structure、MEP 相对完善的功能为设计提供了技术支持。

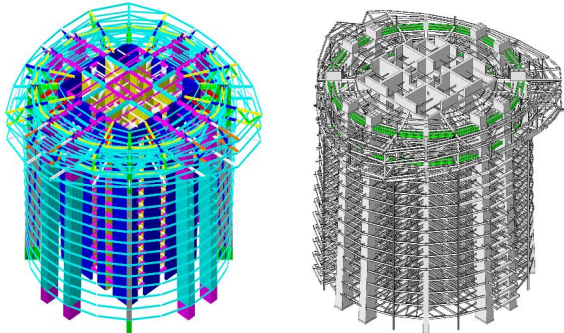


图 6 从 ETABS 到 Revit

首先在定位方面，由于当前我们行业的审图标准还是以二维图形为标准，所以尽管我们通过软件搭建了 BIM 模型，但最终还是要转为二维图纸以供审核。因为空间桁架非常复杂，建筑师要想用二维 CAD 清楚地表示这些桁架间的关系将要花费大量时间和精力。随着设计的深入，一旦结构调整桁架尺寸，那么就要再重复一次先前的工作。而我们通过在 Revit Structure 中搭建 BIM 模型可以通过调整参数很容易改变构件尺寸，并可轻松导出想要的任意标高平面，节省了设计绘图及调整的时间。图 7 为导出的相应标高的平面图。

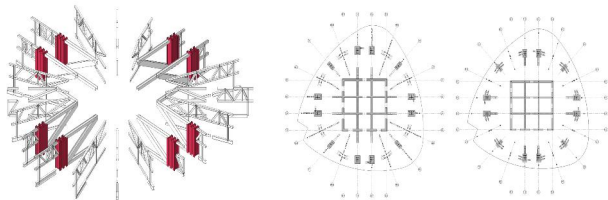


图 7 空间桁架及生成的 2 000mm 标高平面

其次在碰撞检测方面，尽管原来的二维行业标准在很长一段时间中推动了设计的发展，但由于建筑本身是一个三维空间的建构过程，在三维转二维的过程中产生专业碰撞不可避免。而随着 BIM 设计的方兴未艾，直观的三维模型可以使建筑师既可直观地观察到模型中的碰撞冲突，又可利用软件本身的碰撞检测功能或者第三方软件（如 Navisworks）来完成修改，因此极大程度上减少错、碰、漏等设计差错，能够直观地表达空间特征，反映实际建造情况（图 8）。

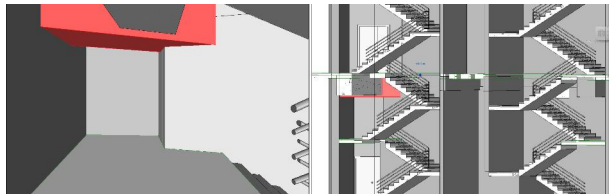


图 8 检测出楼梯中存在梁净高不满足的情况

再次，在管线综合方面，显然三维直观的管道系统更能反映真实的空间状态。还是以设备层为例，由于大量桁架的存在，使可用于管道穿行的空间变化多端，并异常紧张，二维管道综合在图纸上很难表达清楚彼此间的关系，通过 Revit MEP 搭建 BIM 三维管道设备模型，发现并检测出各专业间的设计冲突，然后



及时反馈给各专业设计者进行调整、修改模型，重新复核后将新的问题再次反馈给设计师。经过这样反复几个过程，最终完成设备层的管道综合（图9）。BIM模型的综合过程帮助设计师解决了很多难题，使设计师对方案的施工可行性有了更好的控制。

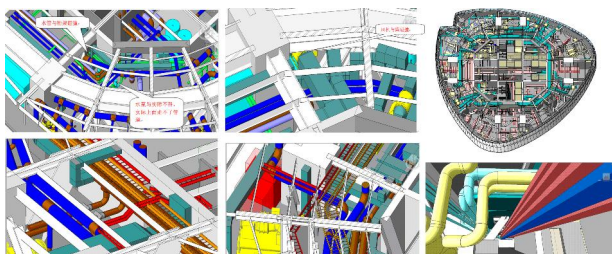


图9 设备层管道综合

在上海中心大厦设计中采用三维设计创建一个BIM模型，很好地推动了设计的逐步深化，在此过程中，多种软件并行，每种软件在设计的不同阶段起到的作用不同。

## 5 BIM的优势与问题

从应用中我们不难发现，BIM模型对于设计的各个阶段都有较大帮助，但是BIM并不是数字设计的全部，BIM更多地体现在模型的梳理上，应该是数字设计的末端。而在目前的工作方式下，BIM既有优势，同时也存在一定的问题。

优势主要体现在两个方面，一是模型的创建，二是工作方式的改变。首先，在模型创建上，可供选择的三维软件越来越多，其造型能力可谓强悍，为设计师自由创作提供了强有力的工具，同时创建的模型不再只包含几何信息，还可添加诸如构造、材料、造价等物理信息，使得模型可供统计，并可对建筑进行量

化，甚至直接支持数字加工；其次，BIM改变了传统二维的工作方式，三维协同设计成为新的工作方式。以Revit为例，其三款软件基本上涵盖了设计所需的各个专业，并通过网络创建中心文件，而使本地文件与中心文件保持同步，因此各专业可以在同一模型中工作，并通过工作集开放权限，可使多人同时搭建同一模型，协同使设计差错减少，设计协调更加容易；再次，这种工作方式通过网络会使越来越多的人可以共同参与一个项目，使建筑分工再次细化。

问题也主要存在两个方面，一是三维模型标准，二是数据流通的问题。首先，“甩图板运动”尽管改变了设计工具，但是并未改变行业的二维标准。如今即使我们创建了BIM模型，但仍然需要导出二维图形以供审查，三维信息模型的意义被大大减弱了。BIM的发展也推动行业内部标准的改变，相信制定一个既不限创作又可供审核的三维标准才是BIM发展所需要的；其次，任何软件都不是万能的，如Revit本身在创建Nurbs曲面上不够自由，并且本身的内部功能还不够完善，也就是说完成BIM可能需要几种软件，那么在数据的流通上就会出现这个问题。如在上海中心项目中，把Rhino模型导入到Revit中，曲面信息会发生丢失现象，而导入的模型也不能再编辑，没有完全做到设计的无缝链接，目前这样的问题需要通过编程和脚本对模型信息进行转变来解决，而这种方法恐怕对大部分设计师来说都不是很轻松的事情。

总之，BIM的发展绝对是行业前进的体现，但并不是设计的全部，目前优势和问题共存。BIM更不是某一款软件，而是一种工作方式。我们相信随着BIM的发展，三维替代二维将不是遥远的事。

（上接第6页）

分析等涉及建筑物性能的评估。BIM结合专业的建筑物系统分析软件避免了重复建立模型和采集系统参数。通过BIM可以验证建筑物是否按照特定的设计规定和可持续标准建造，通过这些分析模拟，最终确定、修改系统参数甚至系统改造计划，以提高整个建筑的性能。

### 1.20 灾害应急模拟

利用BIM及相应灾害分析模拟软件，可以在灾害发生前，模拟灾害发生的过程，分析灾害发生的原因，制定避免灾害发生的措施，以及发生灾害后人员疏散、救援支持的应急预案。

当灾害发生后，BIM模型可以提供救援人员紧急状况点的完整信息，这将有效提高突发状况应对措施。

此外楼宇自动化系统能及时获取建筑物及设备的信息，通过BIM和楼宇自动化系统的结合，使得BIM模型能清晰地呈现出建筑物内部紧急状况的位置，甚至到紧急状况点最合适的路线，救援人员可以由此做出正确的现场处置，提高应急行动的成效。

## 2 结语

从以上20种BIM典型应用中可以看出，BIM的应用对于实现建筑全生命周期管理，提高建筑行业规划、设计、施工和运营的科学技术水平，促进建筑业全面信息化和现代化，具有巨大的应用价值和广阔的应用前景。相信随着BIM技术的发展和市场的成熟，一定会涌现出更多类型的BIM应用。本文仅作抛砖引玉，希望能和业内专家学者一起共同探讨，推动BIM在国内的应用向着更广阔、更深入的方向发展。