

公司名称

北京市建筑设计研究院有限公司

项目地址

中国，北京

应用软件

Autodesk® Revit®

Autodesk® Ecotect® Analysis

Autodesk® Vasari

数字改变生活，数字改变建筑。它不但在设计成果的表达上达到了空前的水平，更重要的是它改变了传统的设计思维。为建筑在美学控制、产品加工与建造方面提供了前所未有的可能。数字让建筑走向高科技时代。它为发展中的中国建筑，提供了一次难得的进步机会。数字不只是一种建筑时尚，而更是一种态度，一种思维的进步。

一邵韦平  
执行总建筑师  
北京市建筑设计研究院有限公司

# 数字科技助力本土设计创新

## ——凤凰中心设计解析



图1 凤凰中心全景图

北京市建筑设计研究院有限公司（以下简称BIAD），是与共和国同龄的大型国有建筑设计咨询机构。业务范围包括：城市规划、投资策划、大型公共建筑设计、民用建筑设计、室内装饰设计、园林景观设计、建筑智能化系统工程设计、工程概预算编制、工程监理、工程总承包等领域。BIAD自成立以来的60年中，始终致力于向社会提供高品质的设计服务，在行业中享有极高声誉，并逐渐形成了“建筑服务社会”的企业核心理念。

北京市建筑设计研究院有限公司（以下简称BIAD），是与共和国同龄的大型国有建筑设计咨询机构。业务范围包括：城市规划、投资策划、大型公共建筑设计、民用建筑设计、室内装饰设计、园林景观设计、建筑智能化系统工程设计、工程概预算编制、工程监理、工程总承包等领域。目前，公司具备了以下资质：工程设计行业甲级、城乡规划设计甲级、工程咨询甲级、工程造价咨询甲级、旅游规划设计甲级、风景园林工程设计甲级、环境工程（物理污染防治工程）甲级。

### 项目概况

凤凰中心项目位于北京朝阳公园西南角，占地面积1.8公顷，总建筑面积7.2万平方米，建筑高度55米。除媒体办公和演播制作功能之外，建筑安排了大量对公众开放的互动体验空间，以体现凤凰传媒独特的开放经营理念。建筑的整体设计逻辑是用一个具有生态功能的外壳将具有独立维护使用的空间包裹在里面，体现了楼中楼的概念，两者之间形成许多共享形公共空间。在东西两个共享空间内，设置了连续的台阶、景观平台、空中环廊和通天的自动扶梯，使得整个建筑充满着动感和活力。此外，建筑造型取意于“莫比乌斯环”，这一造型与不规则的道路方向、转角以及和朝阳公园形成和谐的关系。

建筑由两座单体建筑和一个极富表现力的外壳组成，两座单体建筑分别为媒体办公主楼和演播楼。流线型的外壳带给了建筑流畅动人的空间，被莫比乌斯环所环绕的凤凰广场是建筑体量的核心，它被巨大而飞舞的钢结构围合，连接着西侧的城市主干路与东侧的朝阳公园湖滨

欧特克是我们重要的伙伴，在过去十余年间，欧特克在中国的积极推广使得BIM理念深入人心，我院的设计团队也因此获益匪浅，凤凰中心之所以走上BIM之路，与欧特克前期对BIM的推广和宣传有着很大的联系，Autodesk Revit产品优势在于它很强的系统性，也很成熟完善，对建立模型的效率有很大的帮助。最大限度的提高了我们的工作效率。作为保障性基础软件在我们的BIM实践中发挥重要作用。另外在包括气流分析、日照模拟等特殊领域软件也离不开欧特克软件的支持。

一邵韦平  
执行总建筑师  
北京市建筑设计研究院有限公司



图2 凤凰中心营造丰富的室内空间



图3 凤凰中心与环境协调融合

绿地，是一处可向公众开放的公共空间。而一条由地面至空中，环绕贯穿于建筑内部的公众体验流线，真正实现了凤凰国际传媒中心在建筑空间上的丰富与开放。公众可从拱桥拾级而上，到达演播楼二层的开放平台，由开放平台回望西中庭，它被流畅交错的钢结构包裹，形成了既恢弘又动感的空间氛围，它同时紧邻城市干道，使通透、高大、变幻的室内空间展现在城市人群面前。沿二层平台向东，参观1200m²演播制作大厅之后，公众可到达演播楼楼顶的休憩空间，巨大的平台被钢结构和坡起的体量环绕，创造出宽敞的休闲空间。随后沿平台走向紧邻朝阳公园湖面的东中庭，它既是两座主楼重要的交通联系、极佳的观景点，更是凤凰开放的公共体验空间中建筑艺术表现力的高潮。盘桓蜿蜒的环形坡道连接着入口大厅，而通天扶梯则直达办公楼顶层。办公楼顶层是建筑的制高点，也是一处风景绝佳的眺望场所，向南可遥望CBD壮阔的城市景观，向北可俯瞰朝阳公园的开阔湖面与成荫绿林。贯穿建筑的整条公共流线上下穿行在莫比乌斯的环状空间中，展现了一个“创新、开放、融合”的媒体所应具有的建筑精神。

### 项目难点

由于独特的创意构思，建筑具有了复杂的三维形体，这为建筑的深化设计和施工提出了严峻的挑战。随着大量前所未有的技术难题的涌现，传统的建筑设计方法与设计工具已经不足以应对复杂形体的深化控制。

### 解决方案

本项目开创性的大量运用了三维数字化技术，是国内首次运用三维数字技术进行全面的、大规模建筑实践的案例。三维技术应用在概念方案深化，建筑体型逻辑加工，结构设计，表皮构造设计等方面，同时利用建筑信息模型以及参数化编程控制技术生成了无法逐一绘制的技术信息，完成了常规技术无法实现的设计成果。三维数字技术的运用实现了设计成果的矢量化与精确化，并且进行智能化的调整和修正，优化了工程的生产、建造与运行工序。

### 高精度数字软件支持

数字技术的价值在建筑设计创作中的体现，是提供一个探讨有效的、设计控制方法的平台，

将复杂形体建筑超越形式的高品质和高精度在实际的工程阶段得以实施。

本案利用多种高精度三维设计软件将所有的可视元素在BIM模型中进行了表达和验证，虚拟化的建筑元件在几何尺寸和形式上具有与真实建筑构件1:1的足尺比例关系，并且包含了建筑材料、重量等非几何信息。从深度上讲，建筑的构件得到了完整的表达并达到了航空、汽车制造业的数据精度。

### 多层次数字团队建构

在数字团队构建上，其人员主要来自两个方面：一方面是能够掌握数字化软件，能够胜任复杂形体处理工作的建筑、结构、机电设计师。通过建立一套“三维协同”设计规则，使大家可以在同一个平台上共同工作。另一方面，对于一些十分专业化的数字化工作，如计算机编程则由专业化的顾问公司提供专项咨询服务。此外，凤凰项目数字化设计团队中还包括后续深化设计阶段、数十个国内顶级生产厂商及设备厂商。

### 全新的工作模式

“三维协同”是数字化带来的全新工作模式，它的实现依赖于BIM技术的运用。在三维协同状态下，建筑师、结构、机电工程师可以基于同一个全信息建筑模型完成设计成果的交流与传递。各类配合问题可以在第一时间被发现，并在直观可视的状态下完成团队内部的沟通、讨论、决策，及时保证设计成果的高度整合性。

更为重要的是，基于“建筑系统”划分构建的“三维协同”工作方式的原则，有效建立起了一个完整的、划分和整合工作边界的依据。不仅可以满足各个设计人员的工作成果被高效的拆分和组装，而且可以保障所有需要严格控制的建筑系统均达到足够的设计深度。这种方式使凤凰中心项目真正实现了虚拟建造，使工程后续的生产、建造与运行工序大大受益，甚至带动了整个建筑产业链的升级和发展。

### 基于参数化技术的几何控制系统

参数化技术为几何控制系统的建构提供了灵活的控制途径。通过预设参数、调试参数的方式建构参数模型，在动态调整中稳定建筑信息模型理想的几何控制关系。

凤凰中心南侧包裹的办公主楼从一个顺滑的“主楼基面”发展为包含多层次建筑构件信息的实

体, 经过了严密的、多层次参数调控过程。我们由建筑“基础控制面”推导出“主楼基面”, 再由“主楼基面”定义完整的主楼梁、板、柱结构几何控制线, 最后以结构几何控制线为基础加入建筑装修几何控制系统。通过多层次的几何定义和参数调控得到的设计成果, 为高精度的工程实施奠定了坚实的控制基础。

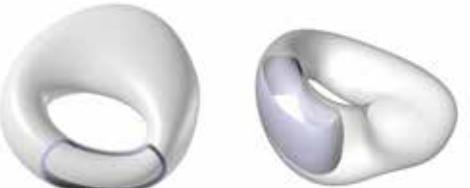


图4 由“基础控制面”推到出“主楼基面”

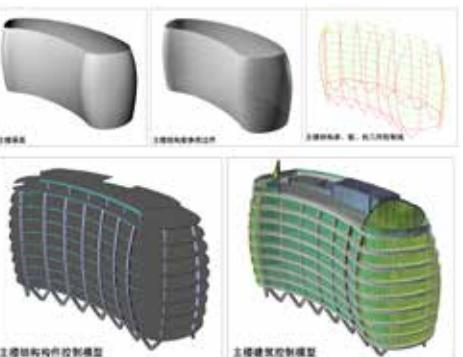


图5 由“主楼基面”得到主楼结构几何控制线、结构控制模型和建筑控制模型

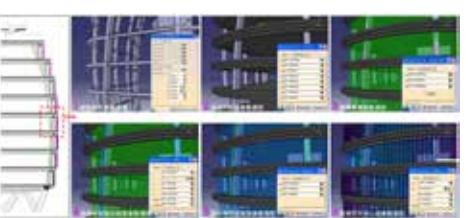


图6 主楼建筑装饰系统的参数化预设和调控过程

## 高精度的数据信息

凤凰项目利用的BIM技术, 是在虚拟环境中对建筑进行信息模拟的数字化模型, 包含了具体而精确的建筑信息, 因此建筑师可以不再通过二维图纸的信息转换, 而直接在三维数字平台中进行复杂形体建筑的创建和调整。对于复杂

形体建筑中存在的、众多二维表达所不能描述的复杂空间、复杂几何信息, 利用BIM三维可视的特点, 可以对其效果进行先期验证。因此, 凤凰项目的BIM模型是与凤凰项目的设计、甚至建筑构件的建造、生产同步更新的, 使得所有建筑构件的完成效果与模型控制效果一致, 这也是BIM技术应用的真正价值所在。

另一方面, 建筑BIM模型中所有建筑系统及其所包含的建筑构件的数据信息均严格依据一套复杂的几何定义规则建立, 使得这些数据信息具有可描述、可调控、可传递的特征, 为后续设计优化调控和设计信息的准确传达奠定了基础。

通过凤凰中心的实现, 我们看到BIM的价值和力量。BIM助力我院创造出更加精美的高品质建筑, 而高品质建筑的强大生命力也极大减少日后的维护费用及运营成本, 不仅如此, 由于BIM的介入, 提高了设计的准确率, 降低现场的错漏碰缺。工程直接的建造成本也有可观的降低。

—邵韦平  
执行总建筑师  
北京市建筑设计研究院有限公司

可描述的数据, 即自由曲线和不规则形体在三维空间中通过矢量化方式得到定义, 保证组成图形的每个几何元素都具有精确的数据信息, 这些信息能够通过条件预设得到有计划的输出。

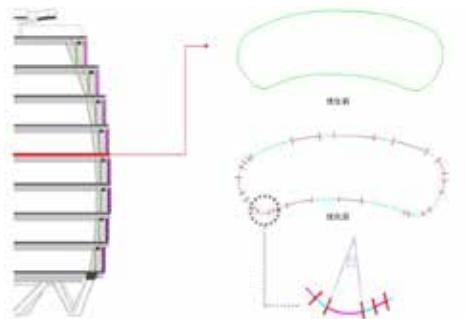


图7 主楼结构板边的优化及描述数据的输出

可控制的数据, 即在几何图形以矢量化得到描述后, 通过参数预设进行人工控制, 以达到理想的设计状态。凤凰中心几何控制系统本身建构就是基于可调整的参数化技术完成的。

可传递的数据, 指物体被描述的、矢量化几何信息能够转化成为某种通用的格式, 成为信息传递

的前提。在设计过程中, 建筑专业为结构专业提供外壳钢结构梁的几何中心线, 作为结构计算模型的基础, 极大的提高了结构计算的精准度。

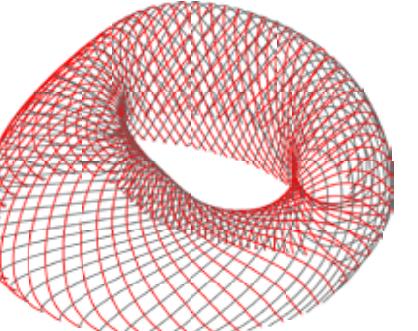


图8 建筑专业为结构专业提供钢结构梁中心线

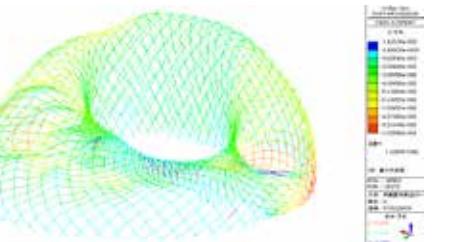


图9 结构专业用建筑控制作为结构计算模型的基础, 极大提高了计算模型的精度

## BIM协助设计控制与优化

高质量的建筑信息模型使建筑师不必再凭借抽象思考进行设计, 建筑模型中的复杂关系, 尤其是不规则曲面构件之间的位置关系、比例尺度, 都与现实建造保持一致, 建筑师可以在虚拟环境下真实解决建造问题, 进行美学推敲和空间体验。这一技术手段大大提高了复杂形体的设计效率, 同时保障了最终设计成果的精度。

例如, 有着同样几何生成逻辑的100根弯扭的主、次钢梁, 其落地状态无一相同, 优化设计中, 将支座分成上、下两部分, 通过统一规则的曲线转直线切变处理, 将连接销轴控制成2-3类标准的样式, 以便于统一开模铸造。

环形坡道的找形和优化工作也是技术难度较大的工作之一。全长252米的环形坡道从7米标高爬升到19.6米高的裙房四层。在爬升过程中, 先后与外壳钢结构、主楼及裙房混凝土结构产生搭接关系, 同时还要保证环坡的外型优美流畅。裙房内幕墙初始的控制面由复杂的双曲面构成, 为在造价允许范围内高质量的完成此部分设计控制, 建筑师依靠BIM模型的高精准性, 对原始的双曲面进行了板片优化的数据分析。结合数据分析的结果确定了板片优化的模数设置, 板片平面外偏差的消纳规则, 并最终建立起完整的干挂SRC板材幕墙体系模型, 用以直接指导后续的生产加工和安装工作。



图10 钢结构落地支座的优化

## 绿色设计理念

凤凰中心的复杂形态并非一蹴而就, 这是基于设计师利用数字技术手段, 对场地条件、规划要求、周边环境充分分析的结果。利用Autodesk Ecotect Analysis软件中的仿真和分析功能, 辅助绿色设计理念的推进。基于GIS数据、卫星图片和地图, 提取场地和地形信息, 一键式快速建立完整的周边城市区域模型。将模型应用于规划设计、体量推敲等方面的工作。建筑的室外风环境模拟为本项目在形态修正和总平面设计中避免不利街道风, 适应场地微生态环境提供了支持。利用Autodesk Vasari-Wind Tunnel软件建立三维模型, 根据北京地区气象参数, 结合建筑周边建筑及状况, 对凤凰中心的室外风环境进行模拟计算和分析。

## 改变建造模式的数字化信息传递与对接

### 1. 设计控制模型的传递

作为设计研究工具的BIM模型携带最新的建筑数据信息, 以凤凰中心项目的外幕墙系统为例, 建筑师向加工企业提供完整的外幕墙系统模型。该模型包含所有与幕墙系统相关的几何控制系统信息以及以这些几何控制系统信息作

为参数条件的、完整的幕墙折板单元控制面实体模型。



图11 由设计团队提供给加工企业的完整幕墙控制模型作为深化设计依据, 该模型包括每一个折板玻璃幕墙单元的控制框架边界

这个幕墙设计控制模型包含着每个幕墙折板单元与周边控制信息的衍生关系, 控制幕墙折板单元的位置及轮廓, 提供每个幕墙折板单元唯一的坐标、尺寸。这些信息为后续幕墙企业的深化设计提供了基础。

## 2. 模型数据的扩展与加工对接

幕墙加工企业在设计控制模型的基础上进行深化设计, 需要为每个幕墙折板单元增加钢框架、铝龙骨、外侧装饰铝板、装饰百叶、玻璃、装饰扣盖、内侧装饰铝板、开启等构件信息。所有幕墙折板单元的构件总数达数十万, 均为异形构件, 且各不相同, 其加工数据量达到百万数量级。如此多的构件及数据量, 无法靠手工加工完成。加工企业自主研发、编写了一套二级程序系统——凤凰中心数据信息生成系统。一方面, 该程序系统通过控制单元板块各个构件之间的构造逻辑关系, 自动完成所有折板幕墙单元的生成功能, 实现从设计控制模型到深化设计模型的升级。另一方面, 加工企业通过该程序系统, 自动完成从模型中提取幕墙工程加工、安装数据信息的工作, 为数控加工创造了条件。

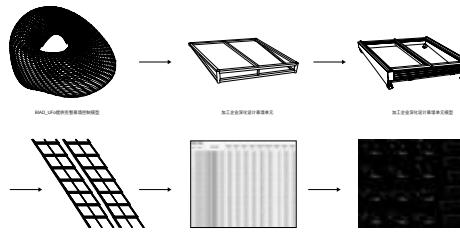


图12 从设计控制模型数据到加工深化模型数据的传递

凤凰中心项目幕墙分项工程真正实现了数字化设计与数字化加工的无缝对接, 将建筑设计业与制造业完美结合, 成为信息时代下, 建筑产业发展过程中的重要示范。

数字技术使得高复杂度的凤凰中心得以精美的

在凤凰中心项目的工程实践中, BIM技术的运用不仅实现了建筑自身复杂的形式, 更重要的是在自身复杂形式形成的方式上实现了对设计思维模式、设计控制方法、以及加工建造技术的突破, 探索了一套针对复杂形体建筑的全过程设计控制方法, 呈现了一个制造业等级精准度的建筑成果。

—陈颖  
方案创作工作室主任建筑师  
北京市建筑设计研究院有限公司

呈现, 但是该建筑的精彩绝不止于新兴技术本身的光芒, 而是如何运用科技更高品质的实现日趋多样化和复杂化的建筑创作构想, 同时以科技感的建筑空间高精致度地回应设计师对于当下建筑人性化设计的思考。随着凤凰中心项目投入使用, 将会有更多的亲历者在凤凰之旅的体验中感受到人、环境、建筑与科技创新的交融与混响。

## 总结

凤凰中心项目幕墙分项工程真正实现了数字化设计与数字化加工的无缝对接, 将建筑设计业与制造业完美结合, 成为信息时代下, 建筑产业发展过程中的重要示范。

数字技术使得高复杂度的凤凰中心得以精美的呈现, 但是该建筑的精彩绝不止于新兴技术本身的光芒, 而是如何运用科技更高品质的实现日趋多样化和复杂化的建筑创作构想, 同时以科技感的建筑空间高精致度地回应设计师对于当下建筑人性化设计的思考。随着凤凰中心项目投入使用, 将会有更多的亲历者在凤凰之旅的体验中感受到人、环境、建筑与科技创新的交融与混响。