

# 建筑设计阶段的BIM应用

## BIM Technology in the Building Design

撰文 秦军 北京北纬华元软件科技有限公司

**摘要** 从BIM服务商的角度，结合多年从事技术支持的经验，从BIM概念、BIM现状与发展、BIM在建筑设计阶段的应用、协同设计与协同作业、服务等几个方面简要阐述BIM在设计院的推广和发展前景。

**关键词** BIM 3D参数化设计 协同设计 协同作业 服务商



图1

### 1 BIM几大概念及相互关系

#### 1.1 BIM ( Building Information Modeling )

BIM不是一个软件，它是一个概念（或理念），是一个可以提升工程建设行业全产业链各个环节质量和效率的系统工程。BIM的全称是Building Information Modeling，中文意思为“建筑信息模型化”（扩展为“工程项目信息模型化”），是在建筑（或工程项目）从策划、设计、施工、运营直到拆除的全生命周期内生产和管理工程数据的过程，如图1所示。

BIM的载体：是以三维数字技术为基础，集成了建筑工程项目各种相关信息的工程数据模型，该模型可以为设计和施工提供相协调的、内部保持一致的、并可进行运算分析的信息。该模型及其集成的信息是随着项目的进程不断丰富和完善的，与项目相关各方可以从该模型中提取其需要的信息。这个丰富和完善的过程即为模型化（Modeling）。

#### 1.2 3D参数化设计

BIM是一个全产业链的概念，对应到建筑设计阶段，准确的称呼应该为“3D参数化设计”。3D参数化设计是BIM在建筑设计阶段的应用，日常工作中简称或泛称为BIM。

3D参数化设计是有别于传统AutoCAD等二维设计方法的一种全新的设计方法，是一种可以使用各种工程参数来创建、驱动三维建筑模型，并可以利用三维建筑模型进行建筑性能等各种分析与模拟的设计方法。它是实现BIM、提升项目设计质量和效率的重要技术保障。3D参数化设计的特点为：全新的专业化三维设计工具、实时的三维可视化、更先进的协同设计模式、由模型自动创建施工详图底图及明细表、一处修改处处更新、配套的分析及模拟设计工具等。3D参数化设计的重点在于建筑设计，而传统的三维效果图与动画仅是3D参数化设计中用于可视化设计（项目展示）的一个很小的附属环节。

#### 1.3 协同设计与协同作业

讲BIM一定要讲到“协同”，它是BIM实现提升工程建设行业全产业链各个环节质量和效率终极目标的重要保障工具和手段。协同分为协同设计和协同作业。协同设计是针对设计院专业内、专业间进行数据和文件交互、沟通交流等的协同工作。协同作业是针对项目业主、设计方、施工方、监理方、材料供应商、运营商等与项目相关各方，进行文件交互、沟通交流等的协同工作，见图1。设计师常说的协同更多地是指协同设计（详见第4节）。

通过以上分析可以看到：在建筑设计阶段的BIM是“狭义的BIM”（3D参数化设计），而广义的BIM是涵盖建筑（或工程项目）全生命周期，事关全产业链各个环节质量和效率的顾问咨询服务。

### 2 BIM的现状与未来发展

随着现代科技的发展，3D与网络信息技术深入影响并决定着大众的生活：影视传媒、移动通讯、互联网、物联网……。对工程建设行业和建筑设计而言，影响行业未来发展的则是BIM。

从2003年3D参数化建筑设计技术进入中国至今已有8年。随着BIM技术的逐步成熟，其最终也被行业所接受。在过去及未来的发展过程中，BIM的发展轨迹如下：少数技术发烧友的热衷 → 企业决策层从企业发展角度逐步认同 → 行业逐步认同并开始建立相关标准 → 开始进入工程项目的业务流程。

#### 2.1 行业现状

（1）业主：越来越多的国内外业主（外资投资方、工厂及公用建筑类业主）提出明确的BIM要求，甚至明确提出需要的3D文件格式。项目准入门槛提高。

（2）设计方：具有总包资质的工业设计院、大型民建设计院因为市场竞争等需要，先后在3D设计方面进行了局部成功应用（特别是2008年奥运项目的应用），促进了整个设计领域的技术

进步。BIM将成为继上世纪90年代“甩图板”工程以来的第二次技术革命，由此设计行业将从过去的“计算机辅助绘图”进入真正的“计算机辅助设计”（这恰恰是“CAD”的真正含义）时代。

（3）施工方：国内几大建设集团公司都开始或已经创建自己的BIM团队，在土建、机电安装等方面尝试3D深化设计、施工模拟，协助施工管理。下游企业的技术进步将给设计方带来更多的技术进步压力。

（4）运营方：目前暂时无明确需求。2008年北京奥运会的《奥运村空间规划及物资管理信息系统》是国内唯一一个做到运营层面的BIM项目<sup>1</sup>。

（5）国家BIM标准初具雏形，但离实际应用还有很大距离。目前有实力的行业各方都在自行摸索，已经形成局部BIM成果。各方均已经意识到BIM对整个产业链、整个行业的价值。变革就意味着利益、游戏规则的重组，意味着商机！

## 2.2 软硬件技术现状

从技术角度来讲，支撑BIM实施的软件、硬件技术都已基本到位。如Autodesk公司已经形成了从设计、分析到模拟全套的BIM系列工具软件：Revit Architecture、Revit Structure、Revit MEP、AutoCAD Civil 3D、AutoCAD Plant 3D、Robot Structural Analysis、Ecotect Analysis、Navisworks等。在此基础上，辅以设计师常用的SketchUp、Rhino，以及高端的Grasshopper、Catia、Digital Project等设计工具和算法编辑器，以及IES（Integrated Environmental Solutions）分析工具，将满足现代各种建筑创意的设计需求。同时64位的计算机硬件与操作系统则给上述设计工具的稳定运行提供了硬件保障。

## 2.3 影响BIM在设计阶段推广应用的主要因素

上有业主的需求，下有施工方的技术进步，后有软硬件的支持，加上设计企业提升自身综合竞争能力和企业未来发展的需求，BIM在设计阶段的应用已经势在必行。但在实际实施中，BIM的推广应用还存在很多阻碍因素需要各位主管领导认识清楚：

（1）外部变革动力与压力不够：业主需求不多，国家标准不完善等。

（2）企业发展成本与风险：设计工具、协同模式的变更所带来的软硬件成本、培训成本、新技术积累与现有设计成果的转化成本、变革的风险等。

（3）现有业务压力：现有业务多、时间紧、压力大，导致设计企业高层领导积极、中层领导反对、设计师没有学习新技术的时间和精力。

（4）个人变革动力与压力不够：3D参数化设计对设计习惯、协同设计模式等的改变，新工具的学习时间成本、变革的风险，单位技术进步的激励措施能否到位等，都将影响BIM的进一步推广。

（5）技术不完善：BIM工具的专业设计功能不够完善、本地化程度不够，以及BIM技术服务商的技术支持能力参差不齐等。

## 3 BIM在建筑项目设计阶段的应用

BIM在建筑项目设计中究竟能做什么，有哪些价值？哪些项目适合使用BIM？BIM应该在建筑项目设计的哪个阶段介入？如何实施BIM？这是在过去几年中笔者被反复问到的几个问题。下面的内容可能会解答上述问题，或者作为参考观点帮助读者思考。

### 3.1 BIM在设计阶段的价值

在建筑项目设计中实施BIM的最终目的是要提高项目设计质量和效率，从而减少后续施工期间的洽商和返工，保障施工周期，节约项目资金。其在建筑设计阶段的价值主要体现在以下5个方面：

（1）可视化（Visualization）：BIM将专业、抽象的二维建筑描述通俗化、三维直观化，使得专业设计师和业主等非专业人员对项目需求是否得到满足的判断更为明确、高效，决策更为准确。

（2）协调（Coordination）：BIM将专业内多成员间、多专业、多系统间原本各自独立的设计成果（包括中间结果与过程），置于统一、直观的三维协同设计环境中，避免因误解或沟通不及时造成不必要的设计错误，提高设计质量和效率。

（3）模拟（Simulation）：BIM将原本需要在真实场景中实现的建造过程与结果，在数字虚拟世界中预先实现，可以最大限度减少未来真实世界的遗憾。

（4）优化（Optimization）：由于有了前面的三大特征，使得设计优化成为可能，进一步保障真实世界的完美。这点对目前越来越多的复杂造型建筑设计尤其重要。

（5）出图（Documentation）：基于BIM成果的工程施工图及统计表将最大限度保障工程设计企业最终产品的准确、高质量、富于创新。

### 3.2 BIM项目类型及介入点

哪些项目适合使用BIM？BIM应该在建筑项目设计的哪个阶段介入？这两个问题的答案仁者见仁、智者见智：有的说BIM只适合于复杂造型设计项目，在前期的概念和方案阶段就要介入，常规住宅项目是杀鸡用牛刀；有的说只有标准化程度比较高的住宅项目才能充分体现参数化设计的价值，提高出图效率，应该在施工图阶段介入；还有的说复杂的BIM只适合做方案设计，施工图还是使用AutoCAD灵活、效率高；……。这些观点其实都没错。心理学讲“需求是决定一切行为的根本”，BIM也是同理。不同的人、不同的项目、不同目的，将决定BIM的实施采用什么样的方式、什么时候介入、做到什么深度、得到什么成果，以及实施的费用成本。

#### 3.2.1 实施BIM的不同设计阶段

在建筑设计阶段实施BIM的最终结果一定是所有设计师将其应用到设计全程。但在目前尚不具备全程应用条件的情况下，局部项目、局部专业、局部过程的应用将成为未来过渡期内的一种常态。因此，根据具体项目设计需求、BIM团队情况、设计周期等条件，可以选择在以下不同的设计阶段中实施BIM。

（1）概念设计阶段：在前期概念设计中使用BIM，在完美表

现设计创意的同时，还可以进行各种面积分析、体形系数分析、商业地产收益分析、可视度分析、日照轨迹分析等。

(2) 方案设计阶段：此阶段使用BIM，特别是对复杂造型设计项目将起到重要的设计优化、方案对比（例如曲面有理化设计）和方案可行性分析作用。同时建筑性能分析、能耗分析、采光分析、日照分析、疏散分析等都将对建筑设计起到重要的设计优化作用。

(3) 施工图设计阶段：对复杂造型设计等用二维设计手段施工图无法表达的项目，BIM则是最佳的解决方案。当然在目前BIM人才紧缺、施工图设计任务重、时间紧的情况下，不妨采用BIM + AutoCAD的模式，前提是基于BIM成果用AutoCAD深化设计，以尽可能保证设计质量。

(4) 专业管线综合：对大型工厂设计、机场与地铁等交通枢纽、医疗体育剧院等公共项目的复杂专业管线设计，BIM是彻底、高效解决这一难题的唯一途径。

(5) 可视化设计：效果图、动画、实时漫游、虚拟现实系统等项目展示手段也是BIM应用的一部分。

### 3.2.2 项目类型和介入点

结合北纬华元和东经天元公司承接或配合设计院完成的多个不同类型的BIM项目经验做简要说明。

#### (1) 住宅、常规商业建筑项目

项目特点：造型规则，有以往成熟的项目设计图纸等资源可以参考利用；使用常规三维BIM设计工具即可完成（例如Revit Architecture系列）。

此类项目是组建和锻炼BIM团队或在设计师中推广应用BIM的最佳选择。从建筑专业开头，从扩初或施工图阶段介入，先掌握最基本的BIM设计工具的基本设计功能、施工图设计流程等，再由易到难逐步向复杂项目、多专业、多阶段及设计全程拓展。此为“步步为营”，以规避贪大求全嚼不烂的风险。本人在中国建筑设计研究院崔愷工作室“徐州职业技术学院图书馆”项目上和赵晓刚、周力坦等设计师的合作即为此类项目——在施工图阶段介入，完成建筑施工图设计。

#### (2) 体育场、剧院、文艺中心等复杂造型建筑项目

项目特点：造型复杂或非常复杂，没有设计图纸等资源可以参考利用，传统CAD二维设计工具的平、立、剖面等无法表达其设计创意，现有的Rhino、3ds max等模型不够智能化，只能一次性表达设计创意，当方案变更时，后续的设计变更工作量很大，甚至已有的模型及设计内容要重新设计，效率极其低下；专业间管线综合设计是其设计难点。

此类项目可以充分发挥、体现BIM设计的价值。为提高设计效率，建议从概念设计或方案设计阶段介入，使用可编写程序脚本的高级三维BIM设计工具或基于Revit Architecture等BIM设计工具编写程序、定制工具插件等完成异型设计和设计优化，再在Revit系列

中进行管线综合设计。

#### (3) 工厂、医疗等建筑项目

项目特点：造型较规则，但专业机电设备和管线系统复杂，管线综合是设计难点。

可以在施工图设计阶段介入，特别是对于总承包项目，可以充分体现BIM设计的价值。

以上只是对常见项目类型做简要说明，不同的项目设计师和业主关注的内容不同，将决定在项目中实施BIM的内容（异型设计、施工图设计、管线综合设计、性能分析等）。

### 3.3 BIM实施模式

在目前条件下根据自身的情况，设计企业实施BIM无非以下3种模式：

(1) BIM外包服务：将特定阶段的BIM设计业务外包给有实力的BIM服务商独立完成，设计企业在服务商的成果上进一步深化设计。在此过程中BIM服务商扮演的是“辅助设计”的角色。

(2) BIM项目合作设计：在项目设计的特定阶段，由设计方和BIM服务商合作完成设计。在此过程中BIM服务商更多起着技术培训、设计难题技术支持、局部参与设计的“协助设计”的作用，项目设计依然主要由设计师完成。通过多个项目、不同类型项目的BIM实施，达到在设计师中逐步推广普及BIM应用的目的。注：笔者在中国建筑设计研究院“徐州职业技术学院图书馆”和某会议中心项目上和赵晓刚、周力坦等设计师的合作即为此种模式。

(3) 自建BIM团队：成立专职的BIM团队或部门，使用BIM技术服务于设计院内部所有需要BIM的项目。该方式的重点是团队自身的建设与技术水平的提升，在运作前期，BIM服务商的专业培训和技术支持至关重要。

## 4 BIM中的协同设计与协同作业

### 4.1 协同设计

协同设计又细分为2D协同设计与3D协同设计，这是设计软件本身具备的协同功能。

#### 4.1.1 2D协同设计

2D协同设计是以AutoCAD外部参照功能为基础的dwg文件之间的文件级协同，是一种文件定期更新的阶段性协同设计模式。例如：将一个建筑设计的轴网、标高、外立面墙与门窗、内墙与门窗布局、核心筒、楼梯与坡道、卫浴家具构件等拆分为多个dwg文件由几位设计师分别设计，设计过程中根据需要通过外部参照的方式将其链接组装为多个建筑平面图，这时如果轴网文件发生变更，所有参照该文件的图纸都可以自动更新。

#### 4.1.2 3D协同设计

3D协同设计在专业内和专业间的模式不同。

(1) 专业内3D协同设计：是一种数据级的实时协同设计模式。即工作组成员在本地计算机上对同一个3D工程信息模型进行



图2



图3

设计，每个人的设计内容都可以及时同步到文件服务器上的项目中心文件中，甚至成员间还可以互相借用属于对方的某些建筑图元进行交叉设计，从而实现成员间的实时数据共享（图2）。

（2）专业间3D协同设计：当每个专业都有了3D工程信息模型文件时，即可通过外部链接的方式，在专业模型（或系统）间进行管线综合设计。这个工作可以在设计过程中的每个关键时间点进行，因此专业间3D协同设计和2D协同设计同样是文件级的阶段性协同设计模式。

除上述两种模式外，不同BIM设计软件间的数据交互也属于协同设计的范畴。例如在Revit系列、AutoCAD、Navisworks、3ds max、SketchUp、Rhino、Catia、Ecotect、IES、PKPM等工具间的数据交互，都可以通过专用的导入/导出工具、dwg/dxf/fbx/sat/ifc等中间数据格式进行交互。

不同工具的协同方式、数据交互方式略有不同本文不再详述，感兴趣的读者可以参考笔者2010年10月出版的《Autodesk Revit Architecture 201x 建筑设计全攻略》的第37章“共享与协同”。

注释：

- 1 该项目由Autodesk公司委托北京东经天元软件科技有限公司和北京北纬华元软件科技有限公司完成3D设计、程序开发、系统测试与赛时维护工作。前者是Autodesk公司在中国工程建设行业的唯一总代理；后者是金牌代理商和BIM服务商，其自主出版了revit教程，并设有专业服务论坛www.bim123.com。
- 2 图3中的OnePoint设计协同平台为北京东经天元软件科技有限公司自主研发的专业协同平台。更详细的内容可登陆<http://www.dongjingty.com.cn/OnePoint.asp>。

## 4.2 协同作业

协同作业是设计之外的各种设计文件与办公文档管理、人员权限管理、设计校审流程、计划任务、项目状态查询统计等的与设计相关的管理功能，以及设计方与业主、施工方、监理方、材料供应商、运营商等与项目相关各方，进行文件交互、沟通交流等的协同管理系统。它是提升全产业链各环节效率的重要手段。

在设计企业中协同平台为生产管理系统的核心部分，其与设计生产系统（前面所讲的BIM也属于设计生产系统）、辅助生产管理系统的关系架构如图3所示<sup>2</sup>。

## 5 BIM服务商

BIM服务商在项目设计中扮演着“辅助设计”、“协助设计”、“技术支持”3种角色。随着BIM在工程建设行业的普及应用，BIM服务将成为继效果图设计服务、模型制作服务等之后又一种新型的服务于建筑设计，且和建筑设计配合更加紧密的服务类型。一个有价值的BIM服务商需要具备以下能力：1）对BIM系统的深刻理解；2）对工程建设行业不同类型用户及其需求的深刻理解；3）具备从设计、分析、模拟、施工、运营到定制、研发、协同管理全套的BIM解决方案，及专业的实施团队和实施能力；4）专业的队伍、各种BIM工具的培训与技术支持能力、各种不同类型建筑项目实施BIM的技术支持能力与实施经验、各专业的技术支持能力等；5）针对软件本地化、提高效率小插件、三维设计构件库与详图图库、各专业样板文件等的程序开发与定制能力等；6）对行业协同有深刻理解，具有适合工程行业的协同管理平台系统。

## 6 结语

有了实施BIM的行业大环境和设计企业提升企业核心竞争能力的动力，以及软硬件厂商成熟的产品技术和BIM服务商的技术支持后盾，相信BIM一定能给广大的设计师、广大设计企业带来更为光明的前景。



### 作者简介

秦军，北京北纬华元软件科技有限公司技术总监。2000年开始从事Autodesk公司的AutoCAD、Revit、Civil 3D等设计软件的技术支持和销售工作，具有丰富的BIM项目实施经验。先后出版（主编）了《Autodesk Revit Architecture 201x 建筑设计全攻略》、《Autodesk Revit Architecture 2009 实战培训教程》、《Autodesk Revit Architecture 2008 实战全攻略》、《Autodesk Revit Building 9 应用宝典》、《Autodesk Revit Building 8实战绘图教程》、《AutoCAD Civil 3D 2008实战教程》等专业教程。