

将学习进行到底

——BIM为建筑院校构建完整教学案例

A Perfect BIM Teaching Case: Library of Xuzhou Institute of Architectural Technology

撰文 赵晓刚 周力坦 中国建筑设计研究院崔愷工作室

摘要 根据中国建筑设计研究院BIM试点项目之一——徐州建筑职业技术学院图书馆为线索，探讨在技术设计阶段有关BIM应用的项目特点、工作目标、工作周期的把控、工作的软硬件平台、参加专业及其之间的配合、以及对整个测试项目的跟踪。

关键词 学习 测试 BIM 目标 周期 平台 专业 跟踪

0 背景

中国建筑设计研究院于2010年启动了关于BIM的探索，为设计方法、建造技术从二维转向三维做准备。由于在业内起步相对较晚，因此我们以学习的态度，针对几个不同类型的项目，从不同角度和深度，展开了对BIM技术的学习，并结合实际工程进行应用测试。

基于以往对三维设计技术测试的痛苦回忆，关于项目的选择，我们显得非常慎重。规模和复杂程度形成的十字坐标，将不同的项目划分为4个类型（图1）。根据以往经验，我们在第四象限选择适当的项目。这个项目的特点应当是：复杂程度较低的正交体系中小型项目。最终，徐州建筑职业技术学院图书馆成为了BIM学习和测试的对象。

项目团队为本次学习、测试设定了两个工作目标：1）基于Revit平台，探索完整的工作模式，以应对技术设计阶段的成果要求；2）以BIM模型为基础，尝试其扩展应用潜力，提高设计产品附加值。第一个目标可以简化为：如何利用BIM进行施工图（或称为施工模型）设计，第二个目标是随着BIM模型的持续深化，将工作成果不断扩展，以减小综合设计产品的边际成本。

1 项目概况

徐州建筑职业技术学院坐落于徐州南郊风景文化区，新图书馆位于西校门入口处，是校园新区的形象标志。基地周边环境优雅静谧，植被丰富。设计的基本构思体现在充分利用环境，为百年树人的学府提供一个充满诗意的阅读场所（图2）。下部观景敞廊联系了亲水平台和一系列公共空间；一层外向舒展的形体逐渐向四周蔓延，自然地与基地周边的水面、山坡、树林融为一体。上部层层叠落的平台创造了动态的平衡，稳重且不失活泼的建筑形体象征了树的寓意；不断转折的外边界结合连续的植物池，将更多的周边环境收纳为阅

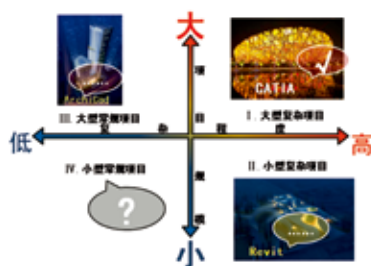


图1



图2 图书馆西入口透视

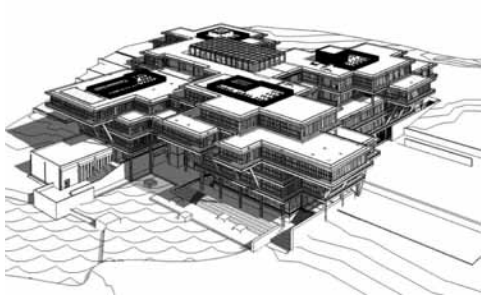


图3 图书馆Revit模型鸟瞰



图4 门窗表的自动统计



图5 图书馆Revit模型 东入口

览区的景窗（图3）。井字梁与斜撑勾勒出清晰的混凝土结构，特有的八面柱和景观点缀的石刻艺术隐喻徐州特有的汉文化传统；局部露明的各类管线将为建筑工程类学生提供实地参观的教学案例。

2 经济技术指标（表1）

建设用地面积	54 878 m ²
建筑占地面积	8 993 m ²
总建筑面积	27 896 m ²
建筑密度	16.39%
容积率	0.49
绿化面积	31 500 m ²
绿化率	57.4%
建筑屋面高度	23.80m
结构类型	钢筋混凝土框架结构局部钢结构

3 施工图成果分析

通过和北纬华元的技术合作，我们在建筑、结构、给排水、暖通、电气等5个专业，全部或局部地利用Revit完成了施工图设计。在设计过程中，BIM的优势和问题逐渐显现：

（1）无损失的设计信息传递。从三维到二维的转译，必然会带来设计信息的损失。应用BIM，从设计流程上讲，因为使用了数据模型，从方案到扩初、施工图，直至项目建成，数据流传递的损失将被减少到最小。

（2）平立剖面及详图索引的数据联动。此功能大大降低了工作成本，准确度提高，详图索引之间的错误也不会再出现。

（3）统计数据的实时更新。二维制图时代，施工图的各类统计数据是一个非常庞杂、枯燥、单调且极易出错的工作，但是在徐州图书馆这个项目中，图纸目录、门窗表、防火分区面积表、材料做法表全部应用BIM信息进行自动统计，且同步更新，几乎省掉了一个人工（图4）。利用BIM模型还可以统计各类建筑材料用量，将其转化为成本分析的依据，经济师将不用再去利用经验公式估算混凝土用量及其他各类材料的用量。依据精确的统计数据，配合实时变动的市场价格，就可以得出较以往更为准确的结果。

（4）可视化应用。可视化的施工图设计，同步修改及完成，可以在设计的过程中提前体验建筑空间感受，提前发现各类设计问题，而制图问题和低级的错误可以依靠规范化的设计模式完全避免，专业之间的沟通也变得通畅和轻松（图5）。以本项目为例，关于在图书馆首层大厅的楼梯是否应当增加柱子，建筑和结构专业有不同意见。喋喋不休的解释不如立刻在这里增设一个相机，看到了实际的视觉效果，团队立刻达成共识。可视化的3D模型可以让设计师之间更加快速和清晰地了解对方所做的工作。一张图抵得上千言万语，而一个数据模型可以提前暴露工程中可能遇到的各类问题。徐州图书馆的施工图纸根据数据模型增设了全方位

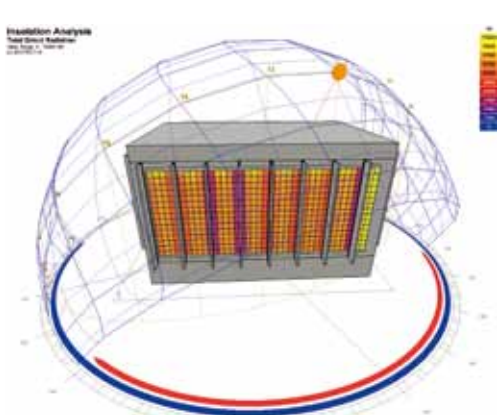


图6 用于Ecotect分析的图书馆局部模型



图7 虚拟现实模型 阅览厅室内

的透视图，为施工方、建设方了解图纸提供了极大的方便。更加令人振奋的是：建筑中无论任何位置，如果施工方对此部分设计不理解，可以立刻设置相机进行观察。

（5）制图本土化的探索。由于本项目是以Revit系列产品为平台应用BIM技术，因此软件较低的本土化程度为全专业团队的工作制造了相当大的困难。在北海团队的配合下，我们定制了大量适宜中国标准的族文件，并尽最大可能在Revit平台上完成了施工图纸。由于国情差异较大，在本次测试中，结构及MEP专业仅能完成施工图设计中平面图纸的部分，其余工作尚需在2D环境下完成，例如水暖电专业特殊简化的系统图。

（6）全局视野，精细分工。工作集工作模式打破了原先以图纸进行责任分配的结构模式，每一个人的工作都会给其他人带来影响。在徐州图书馆项目中，虽然每一位设计师都只负责其中的一部分，但是每个人都可以实时观察到建筑的全貌及进展。在工作过程中，能够常常从整体的视角理解建筑设计本身，改变了原先盲人摸象的设计组织结构，使得每一位参与者可以更加默契地进行工作，并为他人检查设计错误，为全局调整局部设计。每一个局部的修改也将会联动修改到任何一张和这处变动有关的图纸。

（7）设计文件的管理。首先整合为一体的设计文件，令总设计师可以实时检查整个项目的设计状况、进度完成情况，并立即对调整进行标示，并根据工作集确认修改责任人。其次设计文件的管理变得整齐、图纸之间的相互连接和索引变得无错可查。最后，设计文件有多个子文件备份，降低了数据风险。所有的文件都是同步的，每一个参与者的文件也都是种子文件，并被放置在不同的备份地点。每一个子文件都带有完整的项目信息，可以转化为新的项目中心文件，为设计文件的整理、保存和安全性提供了有力支持。

（8）需要解决的问题：1）缺乏相应的设计标准的制定：标准的族库设置，包含院标准族库和项目标准族库；2）缺乏相应的出图标准；3）没有统一的BIM综合设计成果规范；4）没有相应成熟的设计流程以及项目管理模式。

4 Revit平台上的扩展应用

基于委托方是建筑学院这个特殊的性质，我们将设计方案进行全方位技术整合，形成虚拟、现实兼备的特别教学案例。我们得到了全专业工程制图、管线碰撞检测、绿色计算、疏散模拟、施工模拟、虚拟现实等一系列设计成果，Revit是整合上述设计成果的工作平台。数据模型结合几种辅助软件，可以衍生出各类评测，为设计优化提供量化的决策依据。

4.1 绿色计算

使用Ecotect对BIM模型进行绿色计算，可以为绿色节能设计标准提供参考依据，并实时的调整设计（图6）。目前遇到的问题是设计周期短暂，缺乏先期的设计测试。徐州图书馆项目中施工图设计和绿色计算是同步进行的。虽然施工图和设计报告的结果同时完成，但仍可在施工招标阶段进行局部优化调整。

绿色计算为我们提供了大量的精确数据，使我们不仅可以依靠经验和直觉进行判断，更可以依据数据的比较分析去做决策。

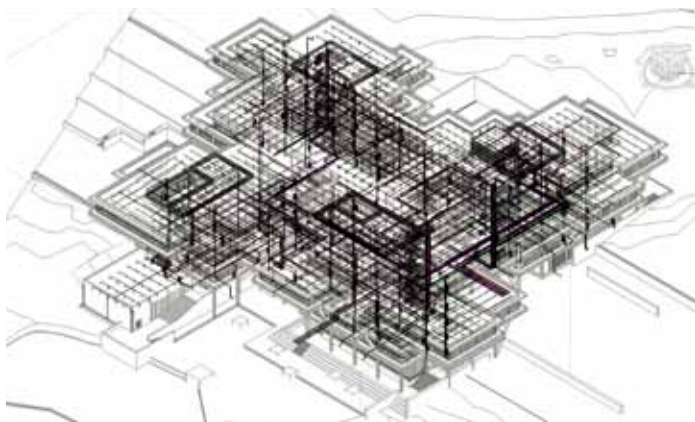


图8 Revit MEP模型——给排水系统



图9 Simulx疏散模拟测试

4.2 管线设计

以Revit为平台，将Architecture、Structure和MEP等5个专业的BIM模型链接在一起，进行管线综合，是BIM软件的另一个重要功能。

徐州项目首次应用BIM进行全专业管线碰撞检测，并根据碰撞报告提供的ID地址，调整管线设计。图书馆BIM模型里预演了三维管线排布，并利用碰撞检测精确搜索排查错误，提前规避了大部分设计变更与修改，也为今后施工阶段节省了一定的投资。

更重要的是，我们利用这种功能，对露明的管线设备进行了布局上的微调，强调了器械设备的韵律感和装饰性。基于甲方是建筑院校这个特点，我们在公共阅览区域不设置吊顶。这样做首先可以节约造价；其次，外露的设备和路由为学生提供了一个可实地观察的教学模型，使图书馆能够提供给建筑院校学生的不仅仅是图书，更可以提供全方位的专业展示，成为一个可以进入的教具（图7）。当然，这种无吊顶的管线设计方案无形中增加了工程师的工作难度（图8）。

4.3 虚拟现实、疏散模拟和施工模拟

使用Navisworks等软件，可以将图书馆的BIM模型形成虚拟漫游的教学课件，让学生们在课堂的学习变得更加丰富多彩，也可以将课件放到互联网上，将虚拟图书馆开放给全世界的建筑工程学生参观，增加学院的知名度和影响力。利用Simulx疏散模拟可优化开架阅览大厅内桌椅及书架的摆放位置，使学生在紧急状态来临时，以最快的速度进入安全区域（图9）。

结合Project软件的施工计划，将BIM模型增加时间属性这个4D指标，进行施工模拟，预演整个施工过程。我们在施工场地南侧的学生宿舍设定了一个固定的拍摄位置，学校基建处的工作人员将配合我们，记录完整的施工过程。届时，将数月记录的照片以每秒24帧的速度播放，可得到施工过程的连续影像资料。将动态施工影像和施工模拟放置于同一个画面下，可进行真实与预测的结果比较。

5 工作周期和参加专业

这是一个为其80天（自然天）的施工图设计。在这个自动读取系统时间进行倒计时提醒的项目计划表中，我们设定了一个保险熔断节点，即如果在这天之前未能完成BIM的培训计划以及进入正常的三维协同工作状态，那么接下来的时间将立即返回二维CAD工作模式，在团队全负荷加班工作的情况下，仍可满足施工图交付时间（图10）。在这个特殊的项目中，全专业团队都付出了各自的努力，令我们欣慰的是，那个保险丝没有熔断，团队如期以三维协同工作模式完成了对设计成果的交付。

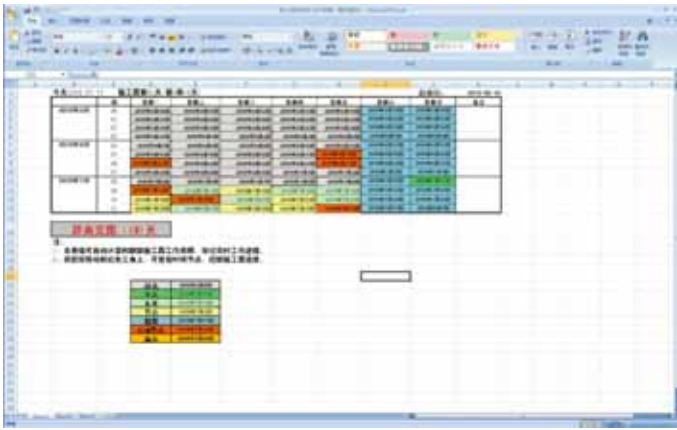


图10 Excel倒计时器（途中标记处为熔断点）



图11 工作量统计

在徐州建筑职业技术学院图书馆项目中，建筑专业、结构专业、给排水专业、暖通专业、电气专业这五个专业参与了BIM技术的学习和应用。基于工期、成本和风险的考虑，总图专业没有参与进来，算是一个不小的遗憾。由于因为这个项目周边地形复杂，有一定的高差，如能结合使用Civil 3D，对于地形的处理和标高的读取，将会变得更加便利。

6 项目跟踪

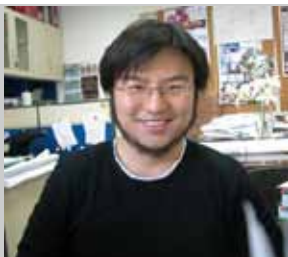
（1）工作成果预测：项目团队在院有关领导的带领下，制定了预期工作目标。建筑专业为100%三维成果，其他各专业均提出了适宜本专业的合理预期。项目结束时，各专业均达到了当初制定的目标。

（2）参加成员学习、工作、配合时间的统计：为了记录本次学习、测试的全过程，全专业团队均对自己的工作时间分配进行了记录。记录结果汇总到每个单专业团队以及整体团队，为今后项目对比提供了详实的统计数据（图11）。

本次设计时间的记录结果需要和今后同等规模、难度的项目进行横向对比，积累多个项目数据后，能够得到相关时间分配的特点以及工作重点，为此后三维协同工作模式的优化奠定基础。

7 结语

三维设计过程是一种真正的建造思考过程。建筑设计不再是图面或者线条的美观和密度，而是使用建筑构件搭建形体和空间。这是一种思考方式的变革。设计师会从此会节约大量制图时间，从而将更多的精力投入到优化设计中去。业主本来只需要一个图书馆，但是通过我们的努力，为这个简单的地方院校图书馆赋予了更多的内涵和价值。这是感性的形式美与严谨的理性分析的完美结合。BIM让我们从形式美中更加从容地解析出设计逻辑的脉络，通过调整形成更加高阶的形式美和更具逻辑内涵的形式美。将形式美数据化、逻辑化，是BIM在建筑设计中的美学应用。



赵晓刚



周力坦

作者简介

赵晓刚，2004年硕士毕业于天津大学建筑学院，中国建筑设计研究院崔愷工作室建筑师，一级注册建筑师。作为项目负责人参与了南京艺术学院一期设计学院、演艺大楼、图书馆、美术馆，蓬莱古船博物馆，徐州建筑技术职业学校图书馆，平谷谷泉会议中心等项目。作为主要设计人参与的项目——青藏铁路拉萨站站房获2008年第五届中国建筑学会创作奖。

周力坦，2009硕士毕业于西安建筑科技大学，同年进入中国建筑设计研究院崔愷工作室。作为主要设计人参与了徐州职业建筑技术学院图书馆、中纪委古泉会议中心等项目。