

# TIANJIN INSTITUTE OF ARCHITECTURAL DESIGN RESEARCH BUILDING

## BIM 技术 在建筑全生命周期中的应用探索 ——天津市建筑设计院科研综合楼项目实践

撰文 卢琬玫 王巍 天津市建筑设计院

**摘要** 通过对天津市建筑设计院科研楼实际案例的分析，总结BIM技术在建筑全生命周期中的应用特点，并对其在可持续设计与分析过程中的应用要点进行详细阐述。

**关键词** 建筑信息模型（BIM） 建筑全生命周期 可持续设计

### 1 项目概况

天津市建筑设计院（以下简称天津院）新建的科研综合楼是集研发、接待、会议、办公和设备用房于一体的综合楼，其主要建设目的是提升天津院的科研办公条件，使其成为一个舒适、绿色、低碳的节能建筑。

此项目是天津院自主设计、自主施工、自持运营的建筑总承包项目，建筑设计要求高，工期紧张，建设项目总成本要求精细化控制。设计遵循最大限度节约资源和保护环境的原则，因地制宜地将绿色建筑的设计理念贯穿在设计的全过程中。项目定位为高标准的绿色建筑：国家三星绿色建筑、美国LEED金奖认证、新加坡Green Mark International（for China）白金奖认证。

鉴于以上要求，天津院决定将此项目通过BIM技术完成，实现从建筑设计、施工管理到

运营维护全生命周期管理（图1），从而优化设计质量，提高施工效率，节约成本，并为未来利用BIM技术对建筑进行运营维护留下接口及信息。

工程共分两幢建筑，场地的南侧布置“L”形科研楼，北侧现有的B座办公楼拆除后兴建停车楼，保留现有中心绿地，总建筑面积31 600m<sup>2</sup>。

建筑的造型设计力求体现朴素、大方、简约、现代的建筑风格，与周边已有建筑取得良好的协同与呼应，将建筑节能与绿色建筑的理念融入到设计中，努力实现建筑与环境和谐共生的可持续发展理念，实现建筑美感与功能需求的和谐统一（图2）。

### 2 BIM 在项目可持续设计中的应用

#### 2.1 BIM 在前期规划阶段中的应用

在前期规划阶段，由于过于紧张的建设环



**卢琬玫**

天津市建筑设计院BIM设计中心副主任，一级注册建筑师，代表作品：中国水利博物馆、天津肿瘤医院、天津地铁大厦、解放南路文体中心等多项大型项目。

**王巍**

天津市建筑设计院BIM设计中心设计部长，建筑师，代表作品：解放南路文体中心。



图1 BIM在建筑全生命周期中的应用实践



图2 天津市建筑设计研究院科研综合楼效果图

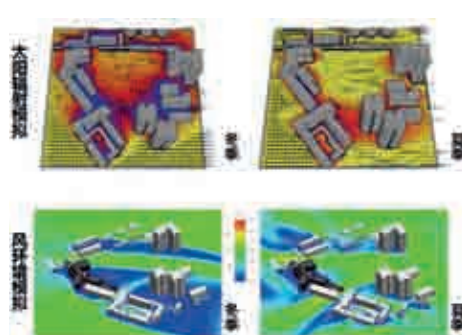


图3 利用BIM模型进行场地环境模拟

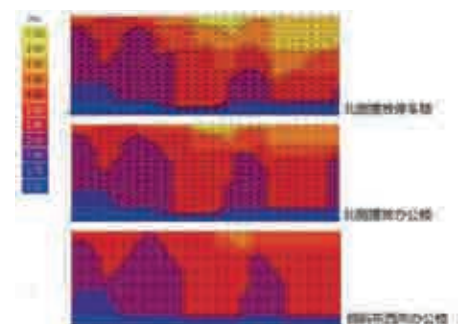


图4 利用BIM模型进行日照分析



图5 综合考虑确定建筑形体

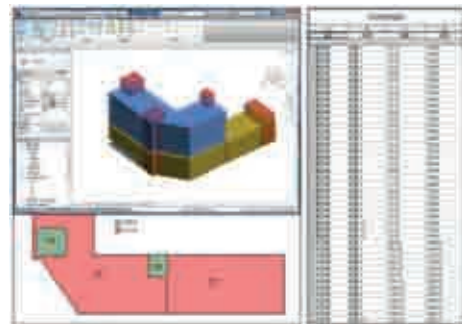


图6 利用BIM模型调取空间分配数据



图7 利用采光分析数据指导立面窗墙比



图8 通过地块内风环境分析指导设计

境空间条件和高标准的绿色建筑要求，唯有使用可以量化的依据才能确定建筑的位置及形体。项目利用BIM技术对建筑场地进行了多项分析比较。

(1) 将复杂的场地环境制作成数据模型，导入流体力学软件进行风环境分析模拟。分析结果显示，场地风环境满足绿色建筑要求，但场地风速过低，不利于建筑过渡季的自然通风（图3）。

(2) 利用场地模型进行太阳辐射分析模拟。分析结果显示，场地受周围建筑遮挡严重，太阳辐射量呈南北梯度分布，冬季尤其明显（图3）。

(3) 利用分析模型对北侧的居住建筑进行了日照遮挡分析，用于指导建筑物的规划布局设计（图4）。

根据以上分析结论，设计师对场地环境的优势和劣势进行总结，并结合规

划部门要求及分期建设要求等多方面因素，得出较为合理的建筑形体（图5）。在此过程中对所选择建筑形体的优缺点进行了分析，为方案设计后续工作提出了优化要求。

## 2.2 BIM 在方案设计阶段中的应用

采用BIM技术可以有效地提升方案设计的效率，同时为设计方案的优化提供量化依据及技术手段，将可持续发展与低能耗的理念加入到设计中，并实现与BIM模型的互动。项目在方案阶段借助BIM技术进行了一系列组织空间、确定和优化建筑风格等设计工作。

(1) 此项目是天津院为员工量身定做的科研办公楼，要求空间分配与院部门构成紧密结合。在方案设计过程中，充分利用信息模型对体块进行推敲并快速得出平面空间分配数据，在确定空间分配的设

计过程中通过BIM技术实现了数据与模型的实时交互调整，极大提高了工作效率和设计质量（图6）。

(2) 因项目定位为高标准的绿色建筑，所以在设计工作进一步开展前，先利用BIM模型导入分析软件，对已经确定的体块方案进行能耗分析，提出满足可持续设计的指导意见，将其作为需要满足的边界条件进行深化设计，使设计师在设计过程中更有针对性地制定方案设计策略。例如：对体块模型各个立面的日照进行分析，得到各立面的窗墙比建议值（图7）；对地块内风环境进行进一步模拟，分别分析不同高度的风速及风压等数据，并以此指导方案设计（图8）。在此基础上得出不同建筑风格的多个方案，均满足本项目的前期定位要求，有效避免了方案设计的重大变化。





图9 针对不同方案的绿色建筑措施分析

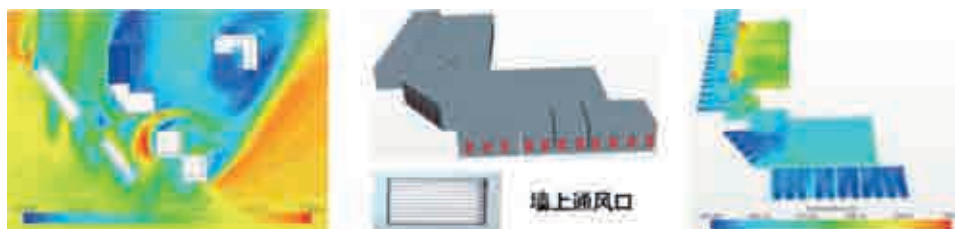


图12 气流组织分析

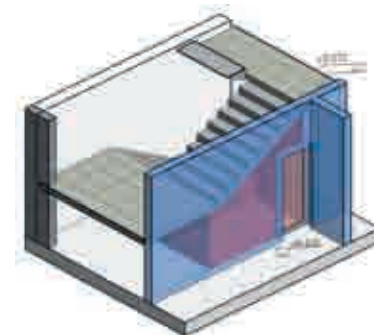


图10 三维设计对于空间充分利用

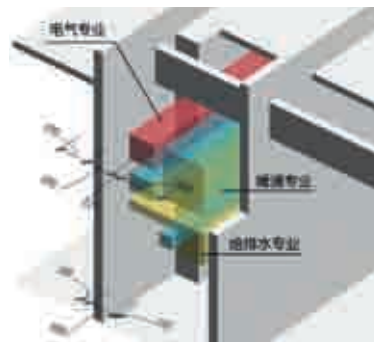


图11 优化各专业的协同工作



图13 通过分析软件对建筑物屋顶太阳辐射量计算

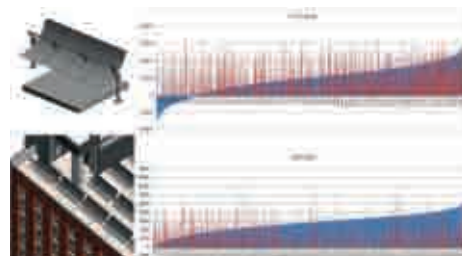


图14 利用模型进行太阳能平衡计算

(3) 在多方案的比选过程中, 利用BIM模型对不同方案应用的绿色建筑措施进行分析比较, 最终通过对不同方案多方面的权衡分析, 选出最佳方案, 并结合其他方案的设计亮点进行方案优化(图9)。

### 2.3 BIM 在方案深化阶段中的应用

在案例项目的深化设计中借助BIM技术直接在三维环境下进行建筑设计, 在工作流程和数据流转方面有明显改变, 带来了设计效率和设计质量的明显提升。与此同时, 灵活应用分析软件, 就可以随着设计的进度, 对建设项目的结构合理性、气流组织、围护结构材料性能等诸多方面进行判断, 并依据分析的结果反作用于BIM模型, 将其不断完善。

(1) 基于BIM技术的三维设计对于空间充分利用的优势十分明显。例如, 楼梯间下部空间往往容易被忽视, 并很难通过传统

二维设计明确空间尺度, 我们通过对建筑进行反复剖切, 对这类空间进行精细化设计, 从而很大程度提高了空间利用率(图10)。

(2) 三维设计过程也优化了各专业的协同配合过程。在设计初期将施工图设计阶段工作前移, 对走廊等管线密集位置进行管线综合, 预估及分配吊顶空间。有效实现了各专业协同设计, 达到设计过程中及时发现并避免交叉碰撞、减少后期工作量的效果(图11)。

(3) 基于BIM模型进行建筑方案的进一步可持续性设计分析, 提出和确定绿色建筑节能措施以及可再生能源利用策略和方法等。其中包括: 对此阶段的BIM模型进行整体分析, 得出地块内自然通风数据, 再针对方案进行建筑内部气流组织分析并指导优化。同时结合室内墙面增加的通风口, 使东、西朝向房间

具有自然通风的通道, 实现不同朝向房间的通透(图12)。利用BIM模型通过分析软件对建筑屋顶太阳辐射量进行分析计算, 结合分析数据确定采用太阳能集热器方案(图13), 同时在BIM模型中建立太阳能集热器的族, 利用完备的参数模型, 指导其在平面的排布位置, 再将得出的排布数据反馈回分析软件, 进行整体太阳能平衡计算(图14)。

### 2.4 BIM 在出图阶段中的应用

在案例项目中, 结合现行图纸规范对于软件默认样板文件中的标高样式、尺寸标注样式、文字样式、线型线宽线样式及对象样式等进行标准定义, 制定了适合自身的BIM企业标准。

此项目做到了建筑专业100%利用BIM软件出图, 实现了从三维数字模型直接打印二维图纸, 同时其他专业在

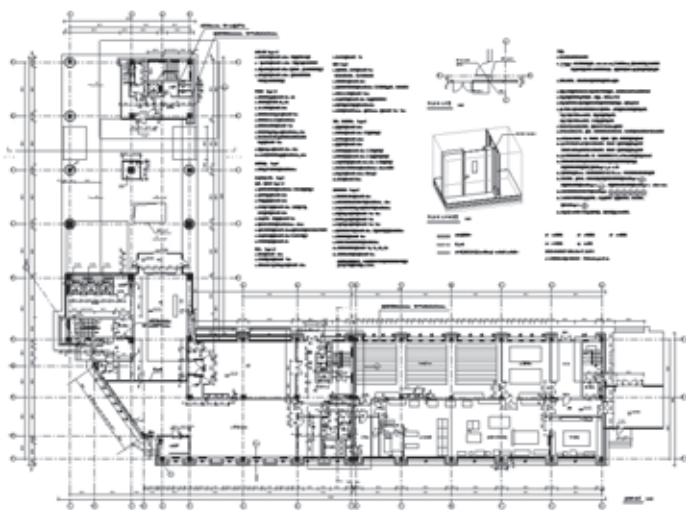


图15 利用BIM模型直接生成的二维图纸

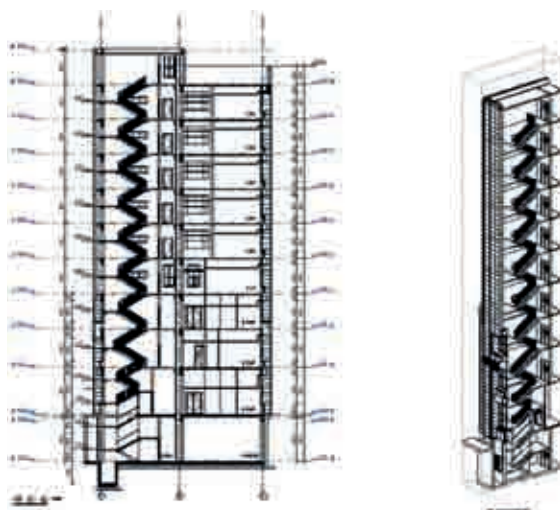


图16 更加清晰和生动的图纸表达

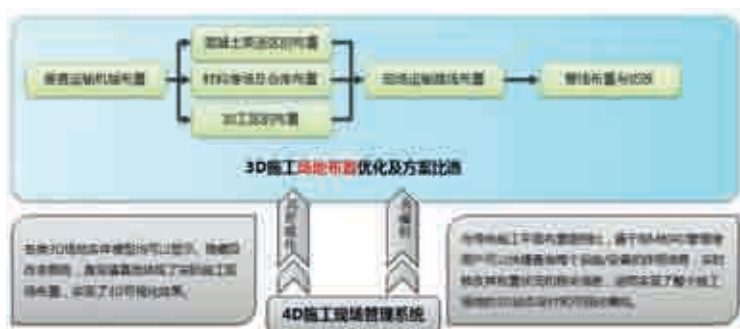


图17 基于BIM的4D施工管理

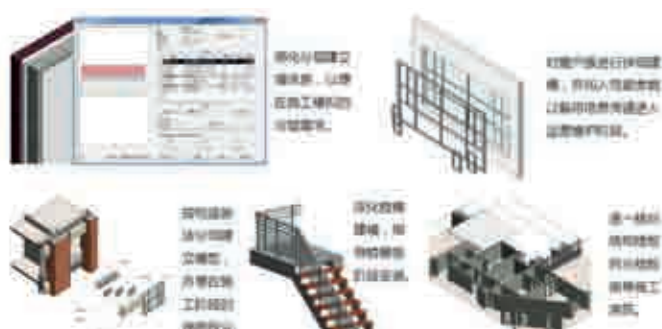


图18 设计阶段BIM 模型为后续阶段工作预留接口

传统二维软件的辅助下，也能满足最终的出图要求，圆满地完成了设计任务（图15）。由于采用三维模型进行深化设计，建筑复杂的空间关系得以更好的展现，BIM技术也突破了传统二维绘图模式的局限，使图纸表达更加清晰和生动（图16）。

### 3 BIM 在建筑全生命周期中的应用延伸

#### 3.1 BIM 在施工阶段中的应用延伸

在建设项目施工阶段，传统2D图纸具有很多缺点，会带来可施工性低、施工质量不稳定、工期难以保证等问题。而BIM技术是把各个专业的设计模型实时关联在一个中心文件中，在这种情况下，各个专业间的冲突跃然于整体模型中，从而在施工前就可以将矛盾解决，既缩短了工期，又减少了人力资源的浪费。

同时，在施工期间通过BIM模型还可以对施工方案中的细节问题进行预先考

虑，利用BIM参数模型模拟施工，使施工方案得以优化，不但提高了施工效率，还减少了变更带来的资金损失，这就是“4D”的价值体现（图17）。

此案例不仅实现了BIM从前期设计到施工图的全部三维设计，而且还规范了一系列BIM模型的搭建规则，为后续阶段应用模型数据预留了接口（图18）。在施工阶段注重利用设计阶段的BIM数据模型，按照施工建设的需求对模型进行整理、拆分及深化，梳理施工所需的模型资源，对其进行完善和细化，使其可延伸发展，满足施工阶段的BIM使用要求（图19）。将施工阶段需要的构件添加到模型之中，利用完善的BIM模型模拟施工组织方案，寻找最佳计划，并最终形成一套完整的施工方案。例如：结合施工工法，预留管线安装的空间后，对管线复杂部位进行了进一步优化，并进行



图19 设计模型按不同条件可分别提取

了细部施工方案模拟，大大提高了项目的可实施性（图20）。

#### 3.2 BIM 在运行维护阶段中的应用延伸

在项目进入运行维护阶段时，随着前几个阶段工作的顺利开展，形成了不断完善的BIM参数模型，其拥有建设项目中各专业、各阶段的全部信息，可以随时供业主查询，在各阶段无论哪个方



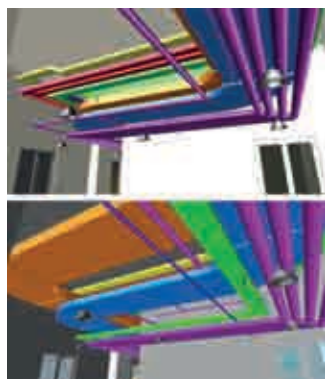


图20 结合施工工法进行管线排布优化



图21 对于设备族进行信息调取和更新

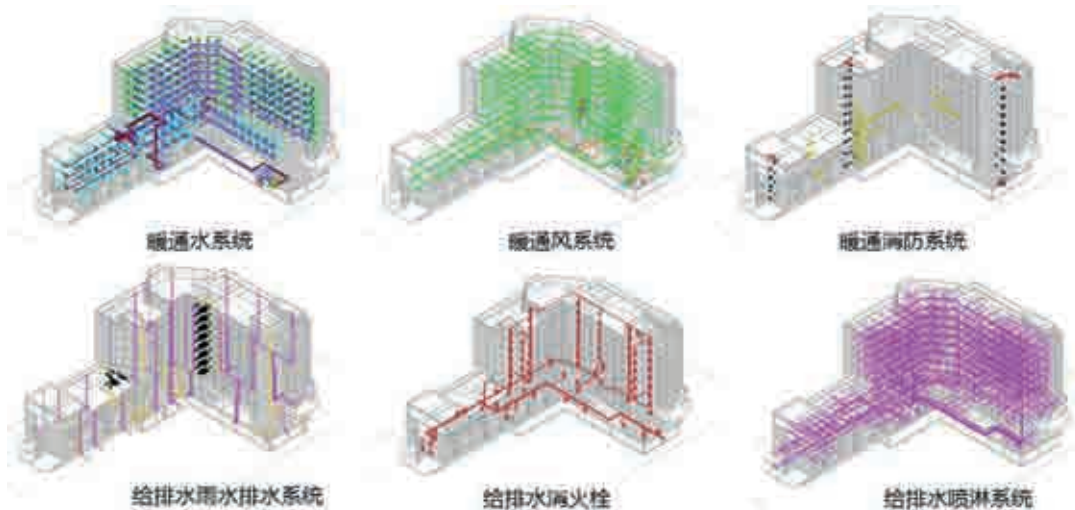


图22 针对不同设备系统建立不同的工作集

面做出修改，BIM模型都会进行同步更新并最终建立起BIM的完整模型，该模型可以为日后各专业设备管理和维护提供依据。

在此项目的BIM实践中，通过规范设计阶段BIM模型的建模要求，为后期的运营维护阶段有效利用BIM模型提供了条件。例如：设计阶段的机电专业在模型搭建中，在设计之初建立设备族库的时候充分考虑了后期运营中需要添加的参数数据，为满足后期信息更新录入打下了基础（图21），并且针对不同的设备系统建立了不同的工作集，方便了后期运维阶段的不同需求（图22）。

#### 4 项目应用总结

天津院科研综合楼工程项目的实践中，通过规范构建BIM模型，将各种项目信息输入到BIM模型中，借助BIM与其他数字化技术的集合，实现了基于BIM技术

的三维建筑设计模式。在设计的各阶段有效利用BIM技术的优势，实时分析模拟指导设计，创建各专业协同模式，并且通过综合利用BIM模型，实现了BIM在项目全生命周期管理中的应用，提升了设计、建造与运营的效率。

该项目的实践使得天津院成功探索并研究出了符合本地区的BIM全生命周期工作流程与方法，并在原有基础上加强了各参与方之间的数据交互，促进了各方协作。针对该项目中BIM在全生命周期应用的关键环节、需要分析的内容、数据交互格式、多方协作模式进行了深入的探索，确定了目标技术条件下基于BIM技术的项目全生命周期管理的方法和步骤，使得天津院BIM团队拓展了BIM应用领域，积累了更多的实践经验，对于目前主流BIM工作和分析工具的综合应用能力也有很大提升。▲

注：该项目获2013年第四届“创新杯”建筑信息模型（BIM）应用设计大赛最佳BIM绿色分析应用奖二等奖及最佳BIM工程设计奖三等奖。

业主单位：天津市建筑设计院  
建筑设计单位：天津市建筑设计院  
建筑设计项目负责人：刘军  
团队成员：刘军、张津奕、韩玲弟、黄兆纬、伍小亭、刘建华、王东林、吴彤、严杰、王巍、高鹏举等  
BIM团队负责人：张津奕  
BIM团队成员：张津奕、刘欣、卢琬玫、王巍、童茜、贾佳妮、杨佳、聂智勇、吴梦阳等  
建设地点：天津市河西区气象台路95号  
总建筑面积：31 600m<sup>2</sup>  
项目状态：建设中  
设计时间：2013年  
竣工时间：2015年  
摄影/图片版权：天津市建筑设计院