



樊则森

北京市建筑设计研究院有限公司第十设计所副所长，教授级高级工程师。

李文

北京市建筑设计研究院有限公司第十设计所副室主任。

李新伟

北京市建筑设计研究院有限公司第十设计所BIM工程师。

BIM APPLIED RESEARCH OF BEIJING PRECAST SOCIAL HOUSING EXPERIMENTAL BUILDING DESIGN

北京市装配式公租房实验楼设计中的 BIM 应用研究

撰文 李新伟 李文 樊则森 北京市建筑设计研究院有限公司

摘要 北京市建筑设计研究院有限公司、北京市保障性住房建设投资中心及北京市政路桥控股集团三家合作，依据公租房特点，设计建造了北京市装配式公租房实验楼项目，在项目建设过程中尝试运用BIM信息化技术促进与保障产业化实现“提效、提质”的目标，真正实现了以“信息化”促进“产业化”。

关键词 产业化 BIM 信息化

0 引言

响应国家和北京市关于住宅产业化的要求，北京市建筑设计研究院有限公司（以下简称BIAD）自2007年以来积极探索装配式剪力墙结构在建筑领域的技术应用，现已完成大量装配式剪力墙结构住宅项目。近年来BIAD、北京市保障性住房建设投资中心及北京市政路桥控股集团三家合作，站在全产业链的角度上，改变以往业主、设计、生产、施工、物业管理等各自为战、零敲碎打的状态，通过BIM信息化技术的研究应用，建立统一标准的信息化服务，解决了装配式剪力墙结构保障性住房产品的研发设计、生产施工及运营管理的问题。

1 北京市装配式公租房实验楼项目概况及 BIM 信息化技术应用

项目位于昌平区远通水泥构件厂（市政路

桥集团控股）厂区内，建筑面积为1 011.78m²，建筑层数为地上3层，无地下室，采用装配式剪力墙结构（图1~3）。

在装配式剪力墙结构住宅项目中包含现浇部分与预制部分，通过装配式剪力墙结构住宅项目的设计优化，现浇部分与预制部分均可实现“标准化”，从而有条件使用统一的建模标准，将现浇部分与预制部分均作为“建筑构件”对待。结合装配式剪力墙建筑的这一特点，以“构件”作为基本研究要素，建立构件的BIM信息模型库，通过集成了全部信息的“构件”模型拼装，完成装配式公租房实验楼项目的BIM信息化模型。

BIM信息化“构件模型”集成了现实中“建筑构件”的全部属性信息，包含构件编号、安装位置、生产运输安装使用所需的



图1 项目建成照片

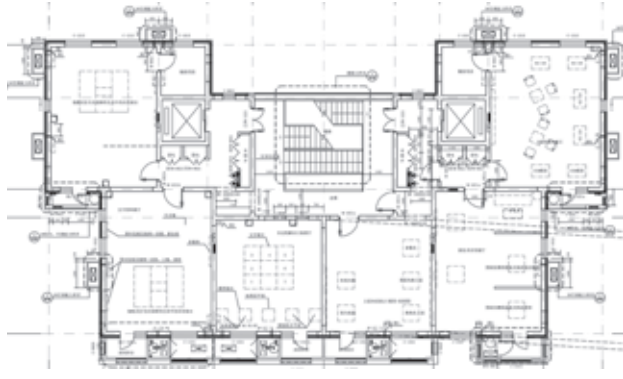


图2 建筑平面图

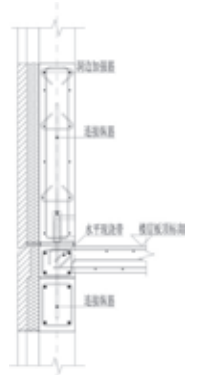


图3 构造节点做法



图5 预制外墙板构件

图4 建造流程与工程特点

图6 可视化构件模型

辅助吊点与埋件、所有使用材料的明细表等，可将模型作为建筑信息的虚拟载体并进行相关计算、统计及分析，也实现了“可视化设计”、“碰撞检查”、“图纸校对”、“算量统计”、“安装指导”等核心应用，实现了BIM在研发设计、生产施工、运营管理的全过程应用（图4）。

2 “构件”与BIM信息化技术结合

本项目预制构件部分包括预制外墙板、预制内墙板、预制女儿墙板、预制轻质内隔墙板、预制楼板、预制梯段板、预制阳台板、预制空调机位板；现浇部分包含现浇预制构件连接节点、现浇内墙、现浇楼板叠合层、结构基础等。

以预制外墙板为例，一个BIM信息化

预制外墙板模型中应该包含以下信息：内页墙板、保温板、外页墙板、钢筋配筋、钢筋套筒、保温连接件、脱模起吊安装固定所需的埋件、门窗安装预埋件、面层材料等（图5）。

针对构件的特点，需要选择适合装配式剪力墙结构住宅的建模方式。本项目的BIM信息化技术应用研究选用了Autodesk的Revit软件。Revit是基于项目文件和族文件的从属关系来建立模型，传统的项目一般采用的是系统族与可载入族来组成项目文件的方式，比如墙板楼板可以直接在系统族中选取，然后通过编辑类型来修改，但是系统族墙体三维几何外形不具备自由编辑性。装配式剪力墙结构住宅的预制构件在空间

上有复杂的三维几何关系，通过传统方式来建模不能满足预制构件的特殊性。

“可载入族”具备Revit建模逻辑内的自由编辑和外部编辑、存储、导入项目文件的能力，因此“可载入族”作为预制构件的模型图元载体是非常合适的选择（图6）。

构件模型建立后，包括了构件所有零件及信息，如果将其直接应用于整个项目会导致模型文件过大，影响计算机运行效率。解决的方案是采用数据库传递信息的方式，将信息从建筑构件中导入到简化版的“可载入族”中，再用于建筑单体，减少了项目模型的复杂程度，并保留了所需要的所有信息。同样，单个子项的信息也可以采用数据库传递信息的方式应用于简

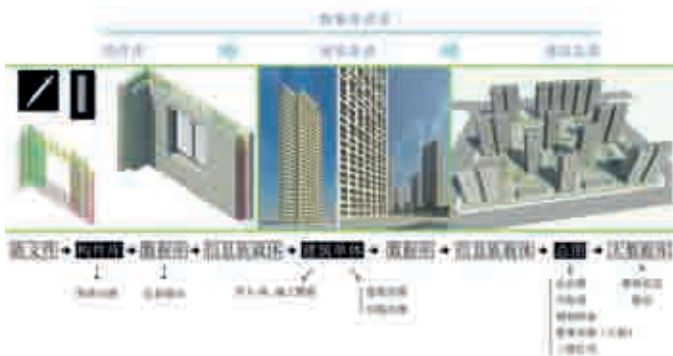


图7 信息传递



图9 钢筋碰撞检查

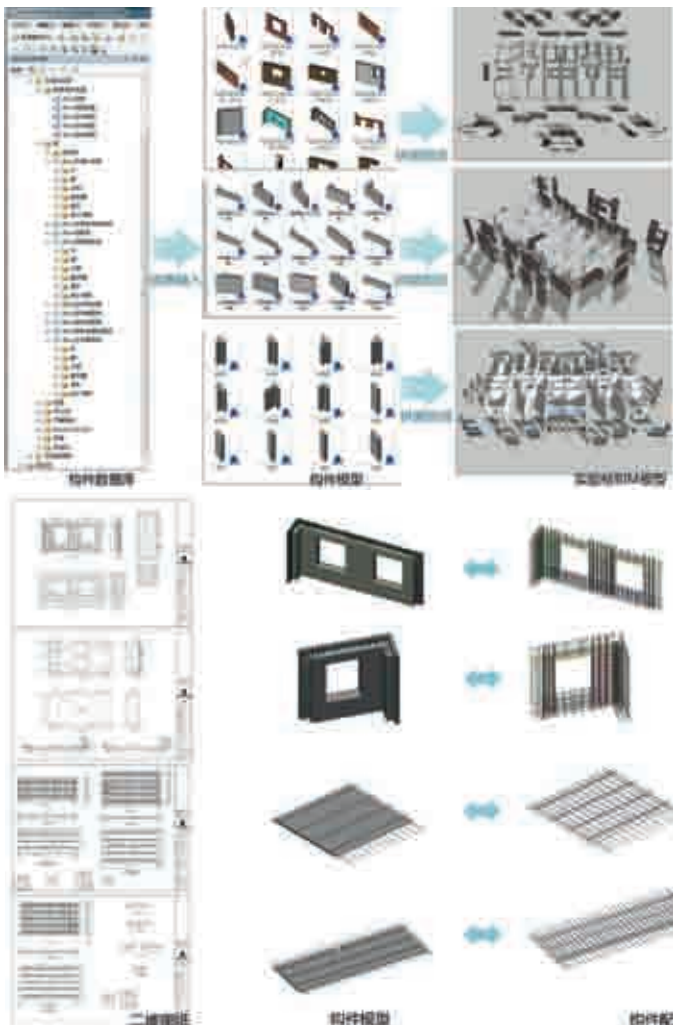


图8 BIM信息库

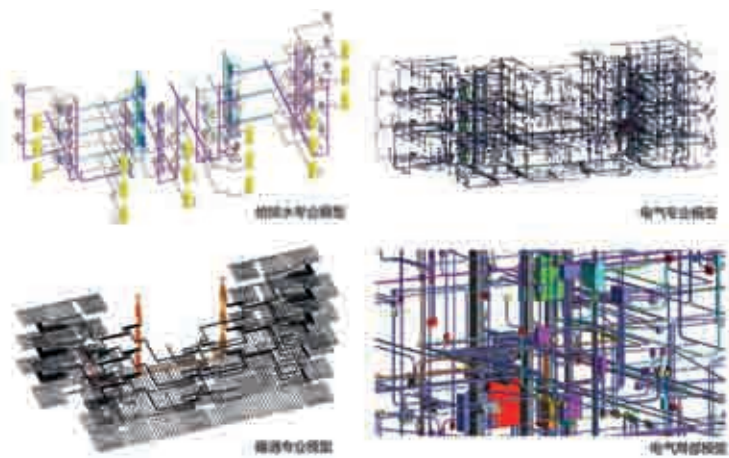


图10 机电管线模型

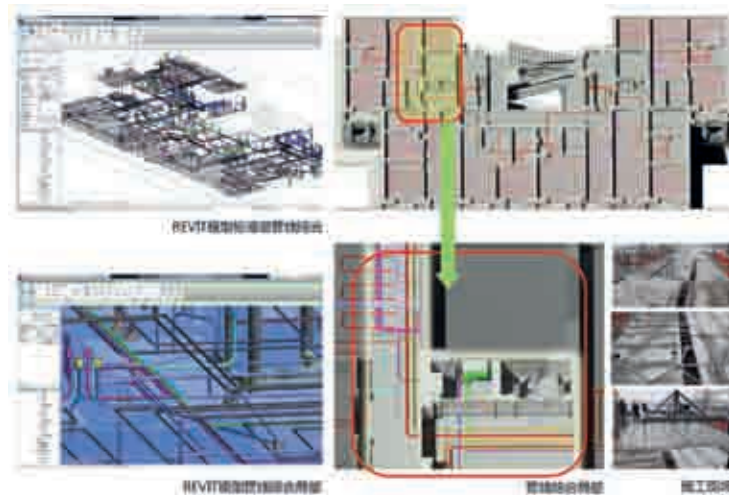


图11 机电管线碰撞检测

化版的“可载入族”子项中，满足整体规划的需要（图7）。

3 BIM 信息化技术在本项目中的应用成果

3.1 建立装配式剪力墙结构住宅的 BIM 信息库

BIM信息库主要是预制构件的模型库，该构件库中的预制构件模型是真实世界中的一个虚拟反映，预制混凝土构件的配筋、连接件、内外页墙板都能够通过模型充分反映，准确地进行经济算量。设计过程中对“三维构件图纸”的可重复利用能够带来生

产提效，最重要的是可以实现构件加工图在整个项目生产周期中的前置，从而缩短整个项目的运营周期，提升项目效率（图8）。

3.2 通过“可视化”和“碰撞检查”准确表达建筑构件的几何尺寸及其空间关系

BIM建模所采用的三维绘图方式具有天然的优势，对建筑构件的三维几何表达，不仅能清楚地表达二维图纸所能表达的二维关系，对于复杂的空间剖面关系也可以清楚表达，同时还能够将离散的二维图纸信息集中到一个模型当中。

对于无法直接观察到的构造部分，可通过Navisworks进行碰撞检测功能，找到碰撞点，实时进行合理的设计调整。比如对预制构件内的钢筋进行碰撞检测，避免钢筋与其他零件“打架”。也可以对设备管线与电气管线的不同标高与走位进行方便的检查（图9~11）。

3.3 对所有的预制构件进行工程量提取

预制部分主要是标准的预制构件，可以相对精确地提取出工程量。现浇部分和预制部分的建模方法和计量方式一样，只

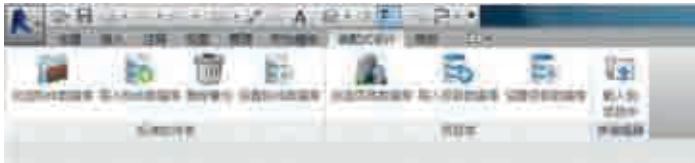


图12 数据库建设



图13 经济算量的明细提取

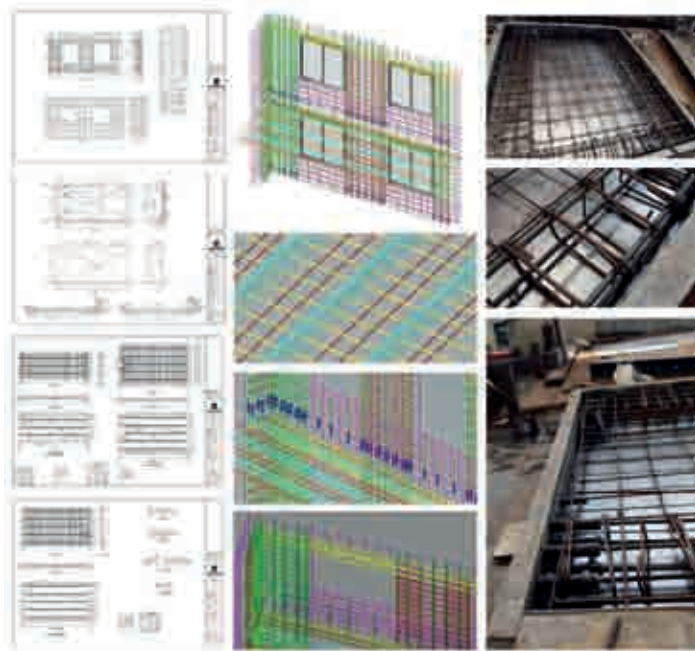


图14 “三维图纸”指导构件生产

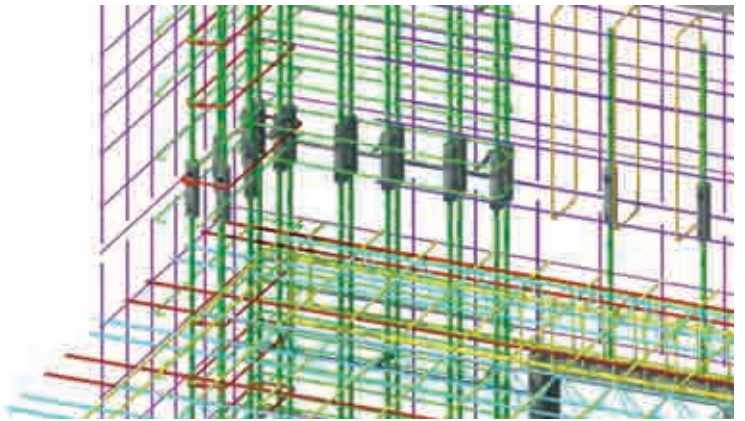


图15 钢筋套筒模型



图16 “三维图纸”通过构件拼装模拟施工



图17 Navisworks进行施工模拟指导

是标准化程度低，模型不可以重复利用，可以按照一定的比值进行估测，然后将统计出来的工程量与定额结合测算最终得出工程量清单。这样一来，可以在方案阶段对项目成本进行预估，降低投资风险（图12，13）。

3.4 BIM 模型指导构件生产加工及施工模拟

在本项目中采用的BIM模型是对建筑的真实反映，在生产加工过程中，BIM信息化技术可以直观表达出配筋的三维布筋情况，

帮助工人更好地理解设计意图。比如上下墙板连接主要靠外甩钢筋与连接套筒完成，因此能清楚地理解设计对连接方式的表达，有助于提高工人的生产精确度，并能直接影响施工安装的精确度（图14，15）。

在本项目的设计前期就让施工单位在数字技术层面介入配合，目的是实现施工模拟的真实可信性，同一模型在“设计-生产-施工”流程中实现了可重复、可持续利用。通过Navisworks对实验楼建造过程进行提前模拟施工，对施工的进度控

制、物料采集和进场时间进行提前规划预演，有效避免了实际施工过程中可能出现的不合理环节，减少了工人窝工怠工、生产资料的无序堆放及物料进场时间不合理造成的库存积压等现象（图16，17）。

4 BIM 信息化技术在装配式剪力墙结构住宅设计中的应用展望

4.1 建筑的物理环境分析

BIM相关的性能化分析软件可以对建筑的物理环境进行分析对比，比较出不同方案的优劣，在实现建筑坚固、实

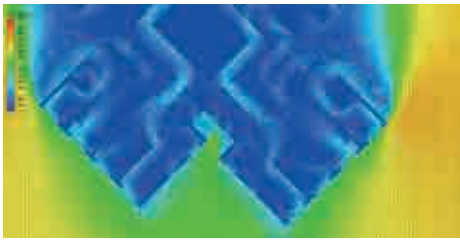


图18 simulation CFD流场分析

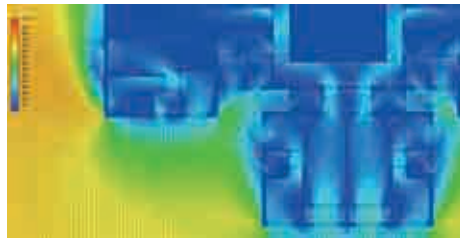


图19 BIM云技术应用展望

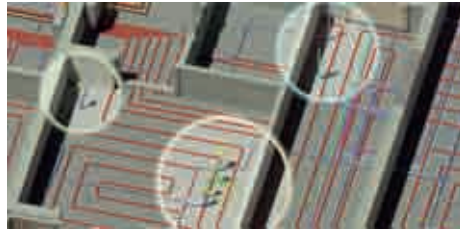


图20 BIM模型支持设备管线安装更新即时反馈

用、美观的同时实现建筑性能的提升。比如通过Ecotect进行气候分析、日照分析、热环境分析、声环境分析、能耗模拟等，得到可值得信赖的可视化数据（图18）。

4.2 BIM 信息化技术与整体内装结合

通过内装部品的设计建模将信息进行整合，首先能提高对建筑设计品质的整体把控，其次能够更加准确地对建造成本、施工周期进行控制，最后整体内装的集成有利于BIM信息模型的信息完整性。在最后的运维管理阶段，能及时有效地根据模型对项目进行管理，真正发挥BIM模型在建筑的全生命周期过程中的作用。

4.3 BIM 信息化技术与云技术结合

将BIM新信息化技术与云技术结合，通过在云服务器（网络服务器）给项目生产过程中的不同参与部门和角色进行管理权限分级，有效地将信息以合理的方式通过云端平台在各部门之间进行无缝传递，打通各部门之间的横向联系。通过借助移动设备设置客户端，可以实现实时查看所需要的项目信息，真正实现装配式剪力墙结构建筑项目合作的移动办公，提高项目的完成精度。模型信

息在同一模型中的不断累计叠加，最终在平台上形成有效信息。销售部门可以实现网上售房看房，对销售面积统计、销售成果预期判断等；运维部门可以通过BIM模型对整个项目进行后期维护管理。比如管线更新时进行管线查找，更新后及时在平台上进行反馈。根据装配式剪力墙结构住宅的生产特点，平台可以由设计部门进行统一协调（图19，20）。

5 结语

BIM信息化技术能有效提高装配式住宅的生产效率和住宅的建筑质量，将生产过程中的上下游企业联系起来，真正实现以“信息化”促进“产业化”。在装配式住宅结构领域充分利用和发挥BIM信息化技术的优势是项目的需求、社会生产力进步的需求及国家信息化战略的需求。■

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拓展应用奖。

参考文献

- [1] 清华大学BIM课题组. 中国建筑信息模型标准框架研究. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.
- [2] 清华大学BIM课题组, 互联立方 (isBIM) BIM课题组. 设计企业BIM实施标准指南. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013.

[3] 何关培. BIM总论[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.

[4] 姬丽苗, 张德海. 建筑产业化与BIM的3D协同设计: “BIM技术在设计施工及房地产企业协同工作中的应用”国际技术交流会[J]. 北京: 土木工程信息技术, 2012 (04).

业主单位: 北京市保障房建设投资中心、北京市建筑设计研究院有限公司、北京市市政路桥集团

建筑设计单位: 北京市建筑设计研究院有限公司

建筑设计项目负责人: 樊则森

团队成员:

建筑: 李文、陈蓉子、龚子竹、李新伟

结构: 马涛、彭媛媛、王开飞

设备: 王颖、浦华勇

电气: 陈静、王素娟

BIM专项技术团队负责人: 樊则森

BIM专项技术团队成员: 李文、李新伟、刘超雄、成娟、张路茜

建设地点: 北京市昌平区远通水泥构件厂区内

总建筑面积: 1 011.78m²

项目状态: 投入使用

设计时间: 2012.10

竣工时间: 2013.09

摄影/图片版权: 北京市建筑设计研究院有限公司