



樊则森

北京市建筑设计研究院有限公司
副总建筑师，第十设计所副所
长，建筑产业化工程技术研究中
心主任。

李新伟

北京市建筑设计研究院有限公司
第十设计所，建筑师。

BIM PROPOSAL OF PRECAST BUILDING DESIGN

装配式建筑设计的 BIM 方法

撰文 樊则森 李新伟 北京市建筑设计研究院有限公司

摘 要 新型装配式建筑通过BIM方法进行技术集成，贯穿包括设计、生产、施工、装修和管理的建筑全生命周期，最终目的是整合建筑全产业链，实现建筑产业链全过程、全方位的信息化集成。

关键词 装配式建筑 BIM 信息化

新型装配式建筑是设计、生产、施工、装修和管理“五位一体”的体系化和集成化的建筑，不是“传统生产方式+装配化”的建筑，它应该具备新型建筑工业化的五大特点：“标准化设计、工厂化生产、装配化施工、一体化装修和信息化管理”，用传统的设计、施工和管理模式进行装配化施工不是建筑工业化。

装配式建筑核心是“集成”，BIM方法是“集成”的主线。这条主线串联起设计、生产、施工、装修和管理的全过程，服务于设计、建设、运维、拆除的全生命周期，可以数字化虚拟，信息化描述各种系统要素，实现信息化协同设计、可视化装配，工程量信息的交互和节点连接模拟及检验等全新运用，整合建筑全产业链，实现全过程、全方位的信息化集成。下文将结合我们近年来完成的装配式混凝土结构建筑工程的BIM实践，与同行分享交流。

1 BIM与标准化设计

1.1 标准化BIM构件库的建立

装配式建筑的典型特征是标准化的预制构件或部品在工厂生产，然后运输到施工现场装配、组装成整体。装配式建筑设计要适应其特点，在传统的设计方法中是通过预制构件加工图来表达预制构件的设计，其平立剖面图纸还是传统的二维表达形

式。在装配式建筑BIM应用中，应模拟工厂加工的方式，以“预制构件模型”的方式来进行系统集成和表达，这就需要建立装配式建筑的BIM构件库。

通过装配式建筑BIM构件库的建立，可以不断增加BIM虚拟构件的数量、种类和规格，逐步构建标准化预制构件库（图1~4）。

1.2 可视化设计

与传统建筑方式采用BIM类似，装配式建筑的BIM应用有利于通过可视化的设计实现人机友好协同和更为精细化的设计（图5）。

1.3 BIM构件拆分及优化设计

在装配式建筑中要做好预制构件的“拆分设计”，俗称“构件拆分”。传统方式下大多是在施工图完成以后，再由构件厂进行“构件拆分”。实际上，正确的做法是在前期策划阶段就专业介入，确定好装配式建筑的技术路线和产业化目标，在方案设计阶段根据既定目标依据构件拆分原则进行方案创作，这样才能避免方案性的不合理导致后期技术经济性的不合理，避免由于前后脱节造成的设计失误。

BIM信息化有助于建立上述工作机制，单个外墙构件的几何属性经过可视化分析，可以对预制外墙板的类型数量进行优化，减少预制构件的类型和数量（图6、7）。

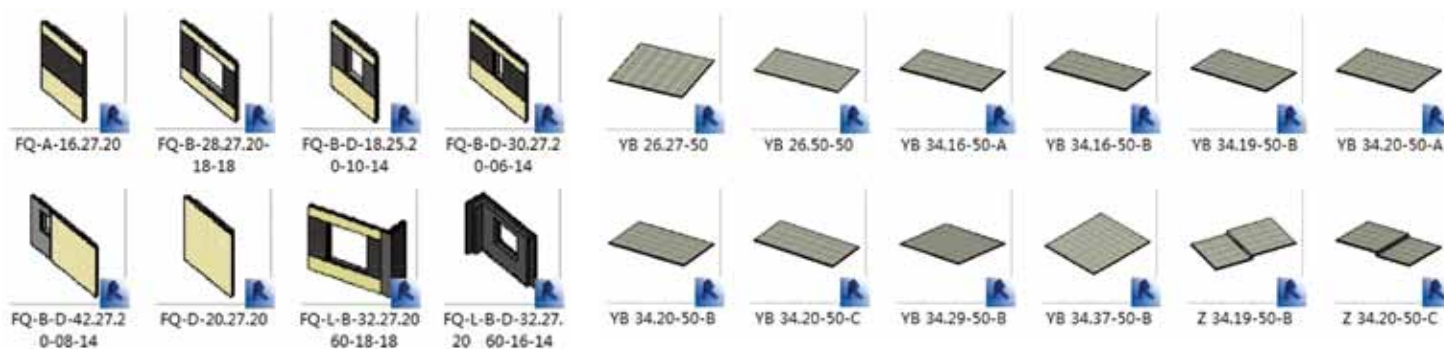


图1 外墙板BIM构件库

图3 叠合楼板BIM构件库



图2 内墙板BIM构件库

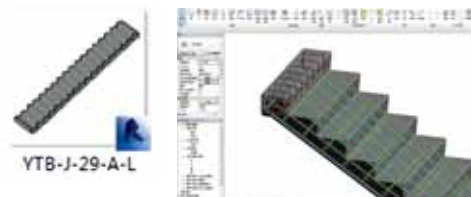


图4 楼梯BIM构件库

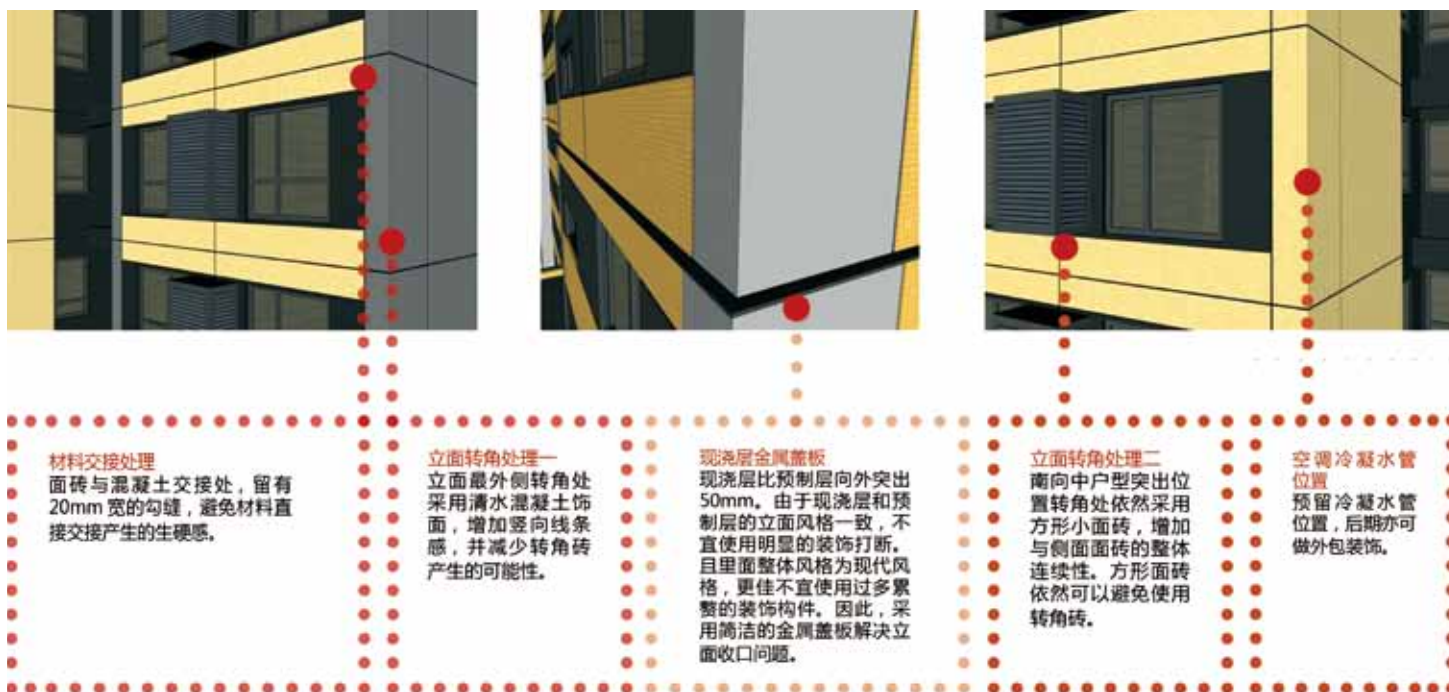


图5 外墙板可视化设计

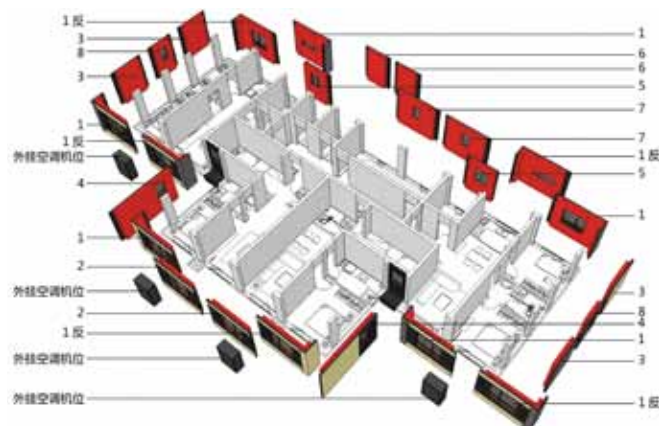


图6 外墙板数量优化

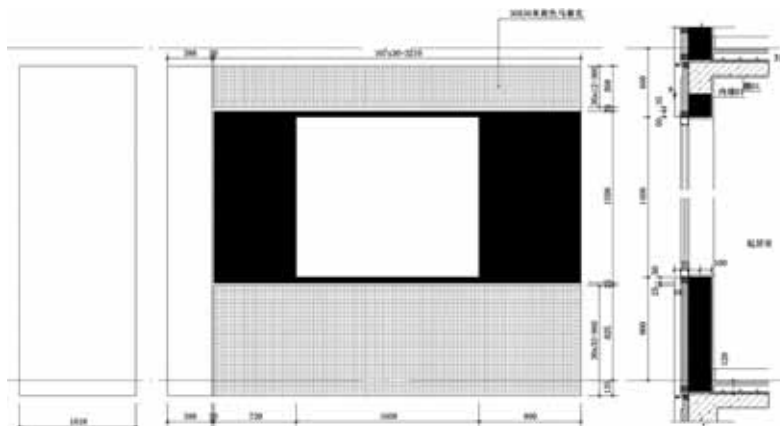


图7 构件加工图

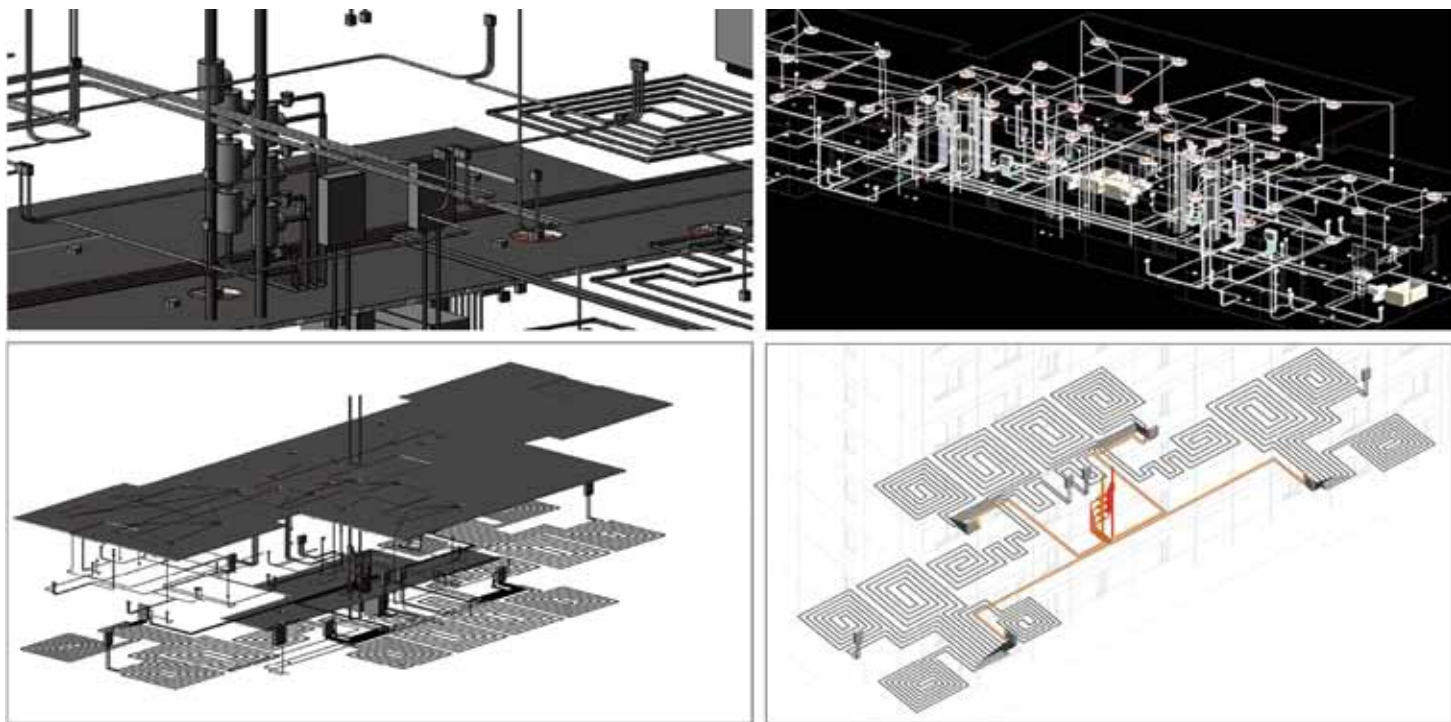


图8 协同设计—碰撞检查

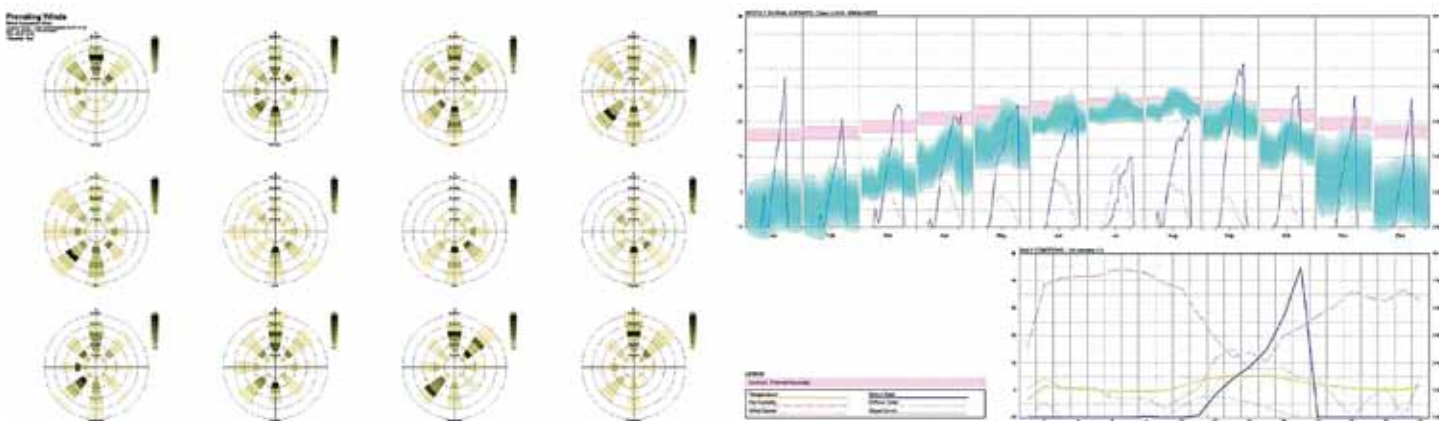


图9 基地气候基础条件

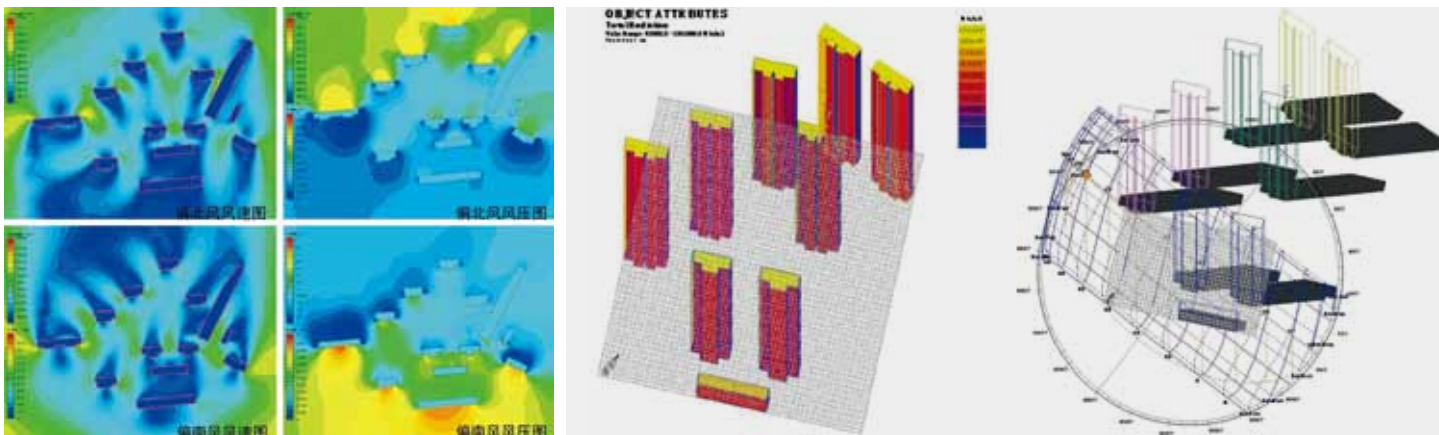


图10 CFD流场模拟

图11 Ecotect日照模拟

1.4 BIM协同设计

BIM模型以三维信息模型作为集成平台，在技术层面上适合各专业的协同工作，各专业可以基于同一模型进行工作（图8）。BIM模型还包含了建筑的材料信息、工艺设备信息、成本信息等，这些信息可以用来进

行数据分析，从而使各专业的协同达到更高层次。

1.5 BIM性能化分析

运用CFD软件分析模拟出建筑物周围行人区1.5m处的风速小于5m/s，冬季建筑物前后压差不大于5Pa，夏季建筑前后压差保持在

2Pa左右。此外，通过对项目日照、投影的分析模拟，可以帮助设计师调整设计策略，实现绿色目标，提高建筑性能（图9~11）。

2 BIM与工厂化生产

2.1 构件加工图设计

通过BIM模型对建筑构件的信息化表达，

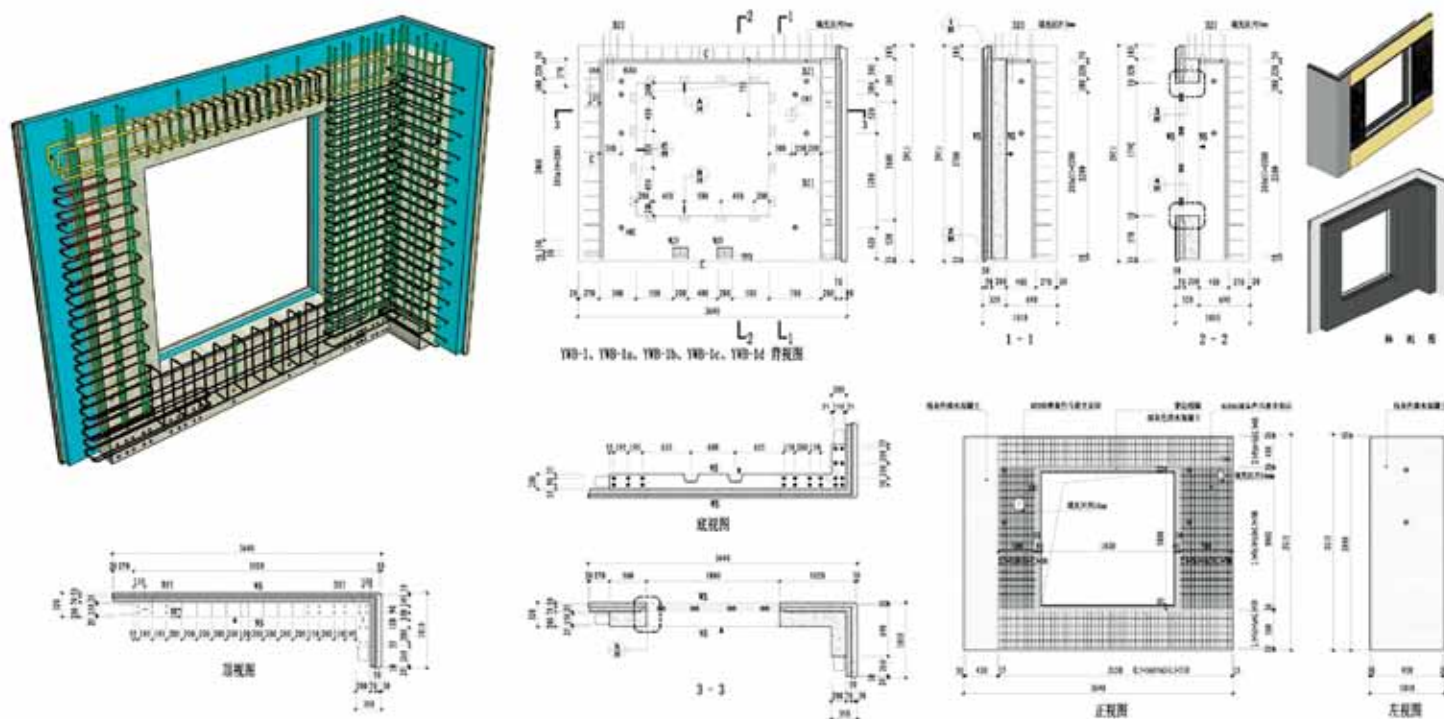


图12 构件加工图

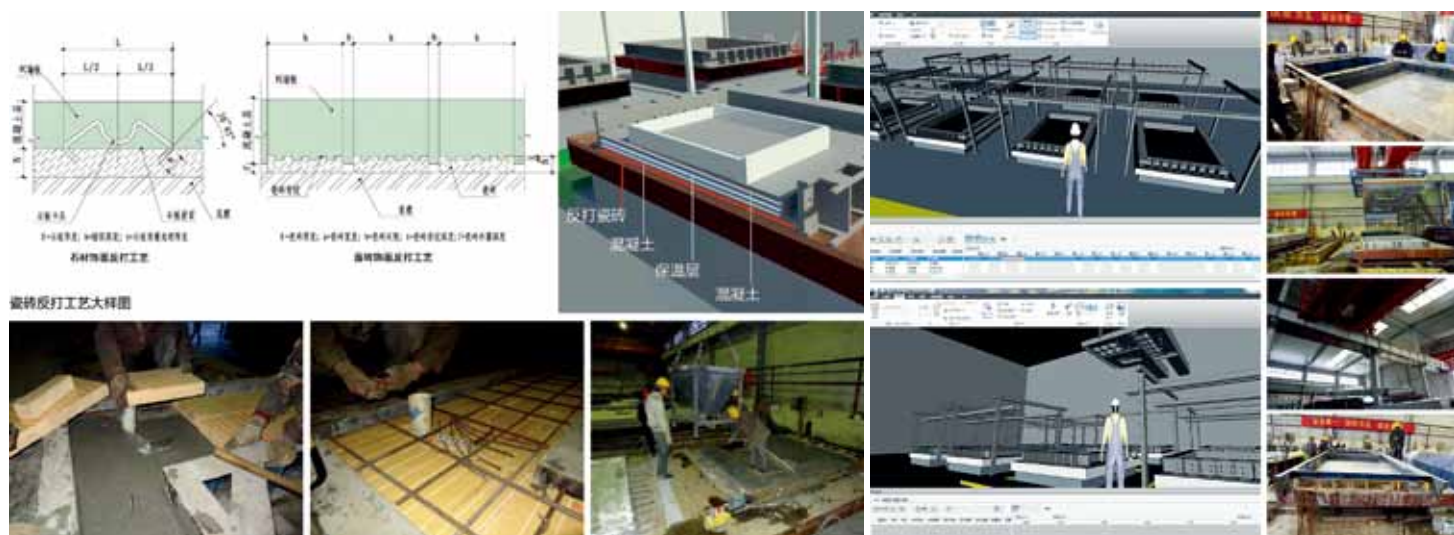


图13 构件加工指导

图14 构件生产模拟

构件加工图在BIM模型上直接完成和生成，不仅能清楚地传达传统图纸的二维关系，而且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，这样的模型能够更加紧密地实现与预制工厂的协同和对接（图12）。

2.2 构件生产指导

BIM建模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地表达出配筋的空间关系和各种参数情况，能自动生成构件下料单、派工单、模具规格参数

等生产表单，并且能通过可视化的直观表达帮助工人更好地理解设计意图，可以形成BIM生产模拟动画、流程图、说明图等辅助培训的材料，有助于提高工人生产的准确性和质量效率（图13，14）。

2.3 通过CAM实现预制构件的数字化制造

借助工厂化、机械化的生产方式，采用集中、大型的生产设备，只需要将BIM信息数据输入设备，就可以实现机械的自动化生产，这种数字化建造的方式可以大大提高工作效率和生产质量。

比如现在已经实现了钢筋网片的商品化生产，符合设计要求的钢筋在工厂自动下料、自动成形、自动焊接（绑扎），形成标准化的钢筋网片。如果能打通设计信息模型和工厂自动化生产线之间的协同瓶颈，实现CAM将指日可待。

3 BIM与装配化施工

3.1 施工现场组织及工序模拟

将施工进度计划写入BIM信息模型，将空间信息与时间信息整合在一个可视的4D模型中，就可以直观、精确地反映整个建筑的施工

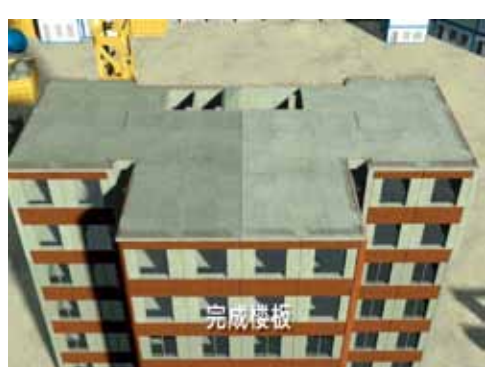
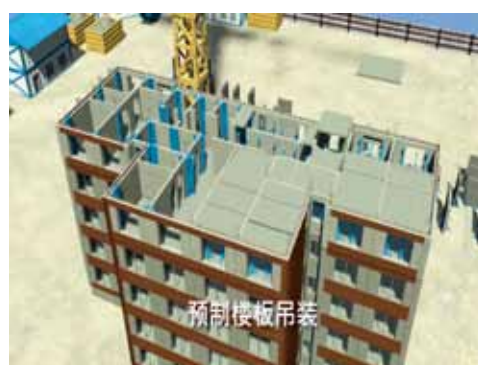
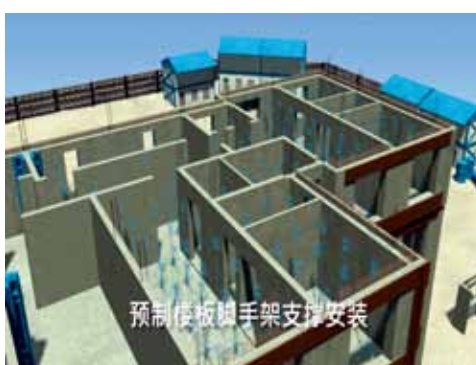
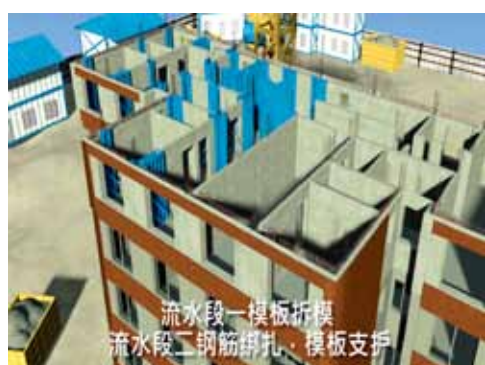
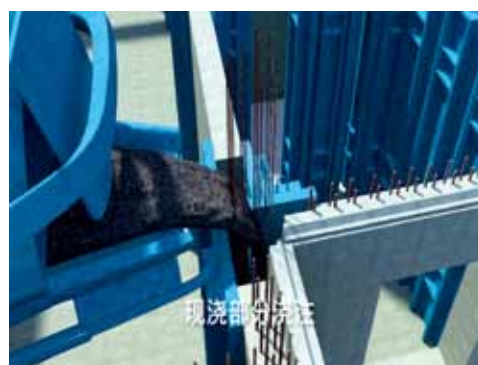
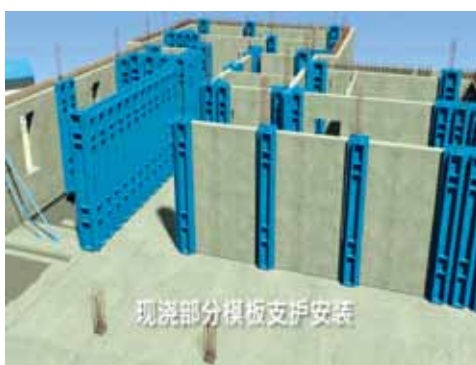
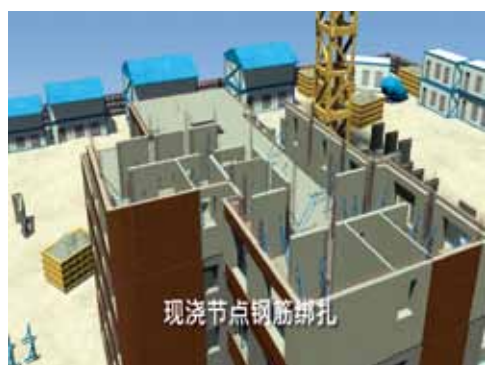
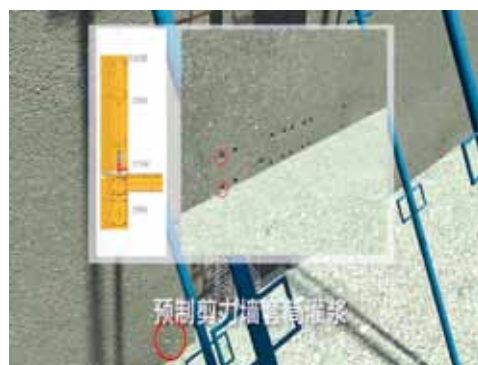
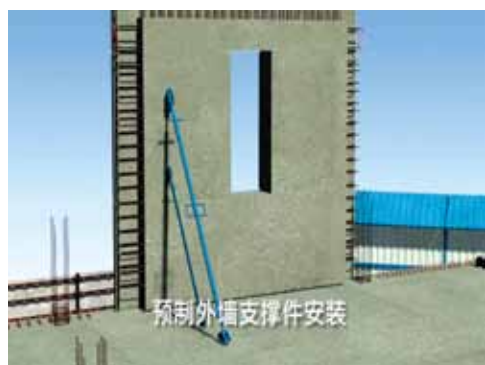


图15 施工过程模拟



图16 施工模拟

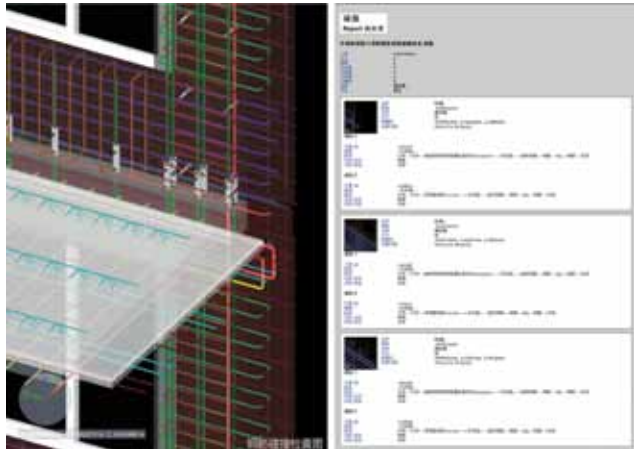


图17 碰撞检测

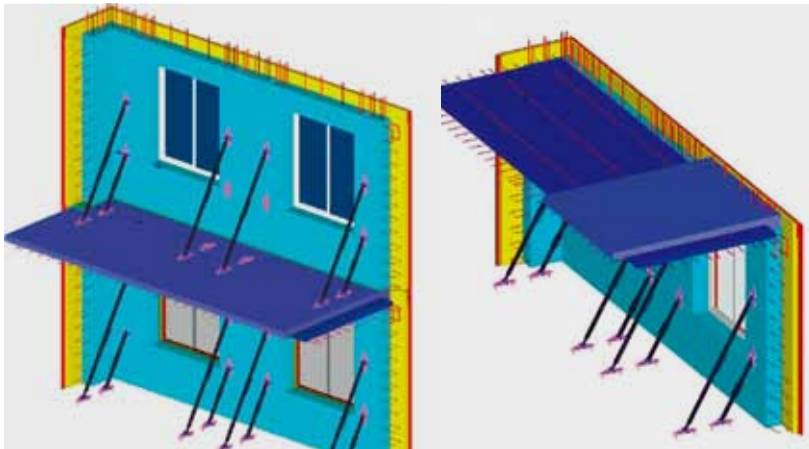
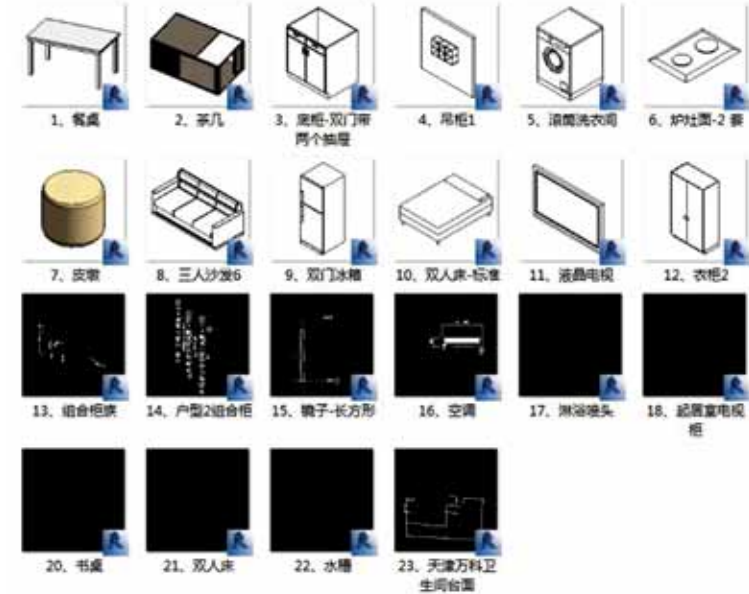


图18 关键节点施工模拟



名称	修改日期	类型	大小
1. 餐桌	2013/10/17 10:14	Revit 族	268 KB
2. 茶几	2013/10/16 17:34	Revit 族	496 KB
3. 橱柜-双门带两个抽屉	2013/2/28 5:00	Revit 族	292 KB
4. 吊柜1	2013/2/28 5:00	Revit 族	268 KB
5. 滚筒洗衣机	2013/2/28 5:00	Revit 族	368 KB
6. 炉灶-2套	2013/2/28 5:00	Revit 族	248 KB
7. 皮墩	2013/10/16 17:59	Revit 族	292 KB
8. 三人沙发6	2013/2/28 5:00	Revit 族	564 KB
9. 双门冰柜	2013/2/28 5:00	Revit 族	392 KB
10. 双人床-标准	2013/2/28 5:00	Revit 族	260 KB
11. 液晶电视	2013/2/28 5:00	Revit 族	268 KB
12. 衣柜2	2013/2/28 5:00	Revit 族	328 KB
13. 组合柜床	2013/10/17 17:44	Revit 族	1,736 KB
14. 户型2组合柜	2013/10/17 17:31	Revit 族	1,724 KB
15. 镜子-长方形	2013/10/17 15:02	Revit 族	268 KB
16. 空调	2013/10/17 16:09	Revit 族	276 KB
17. 淋浴喷头	2013/10/18 7:52	Revit 族	532 KB
18. 起居室电视柜	2013/10/17 11:20	Revit 族	320 KB
20. 书桌	2013/10/17 11:20	Revit 族	472 KB
21. 双人床	2013/10/18 17:45	Revit 族	448 KB
22. 水槽	2013/10/18 17:43	Revit 族	296 KB
23. 天津万科卫生间台面	2013/10/17 15:02	Revit 族	700 KB

图19 精装产品库建设

过程（图15）。提前预知本项目主要施工的控制方法、施工安排是否均衡，总体计划、场地布置是否合理，工序是否正确，并可以进行及时优化。

3.2 施工安装培训

通过虚拟建造，安装和施工管理人员可以非常清晰地获知装配式建筑的组装构成，避免二维图纸造成的理解偏差，保证项目的如期进行（图16）。

3.3 施工模拟碰撞检测

通过碰撞检测分析，可以对传统二维模式下不易察觉的“错漏碰缺”进行收集更正（图17）。如预制构件内部各组成部分的碰撞检测，地暖管与电器管线潜在的交错碰撞问题。

3.4 复杂节点的施工模拟

通过施工模拟对复杂部位和关键施工节点进行提前预演，增加工人对施工环境和施工

措施的熟悉度，提高施工效率（图18）。

4 BIM与一体化装修

4.1 装修部品产品库的建设

土建装修一体化作为工业化的生产方式可以促进全过程的生产效率提高，将装修阶段的标准化设计集成到方案设计阶段可以有效地对生产资源进行合理配置（图19）。

4.2 可视化设计

通过可视化的便利进行室内渲染，可以

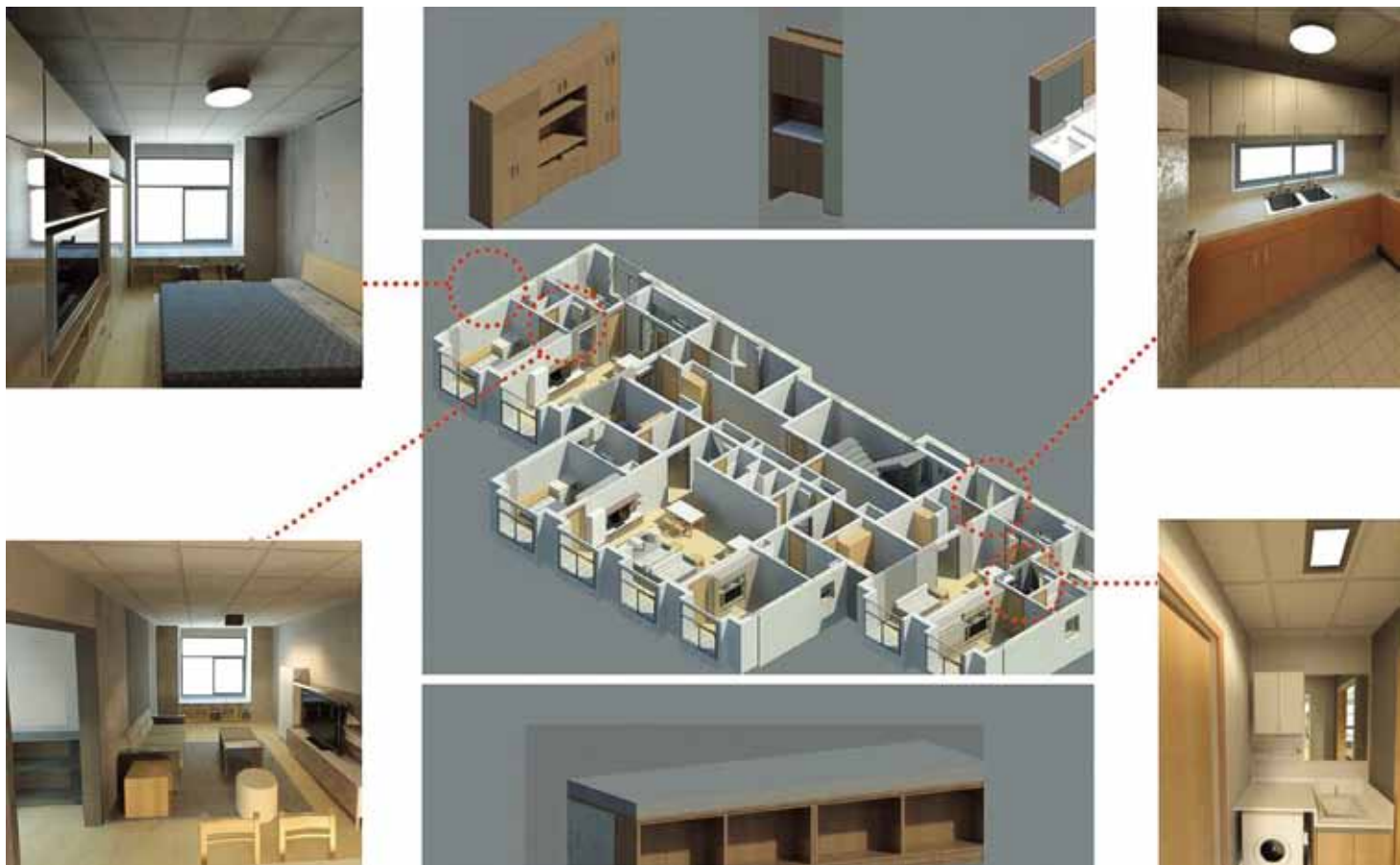


图20 家居库

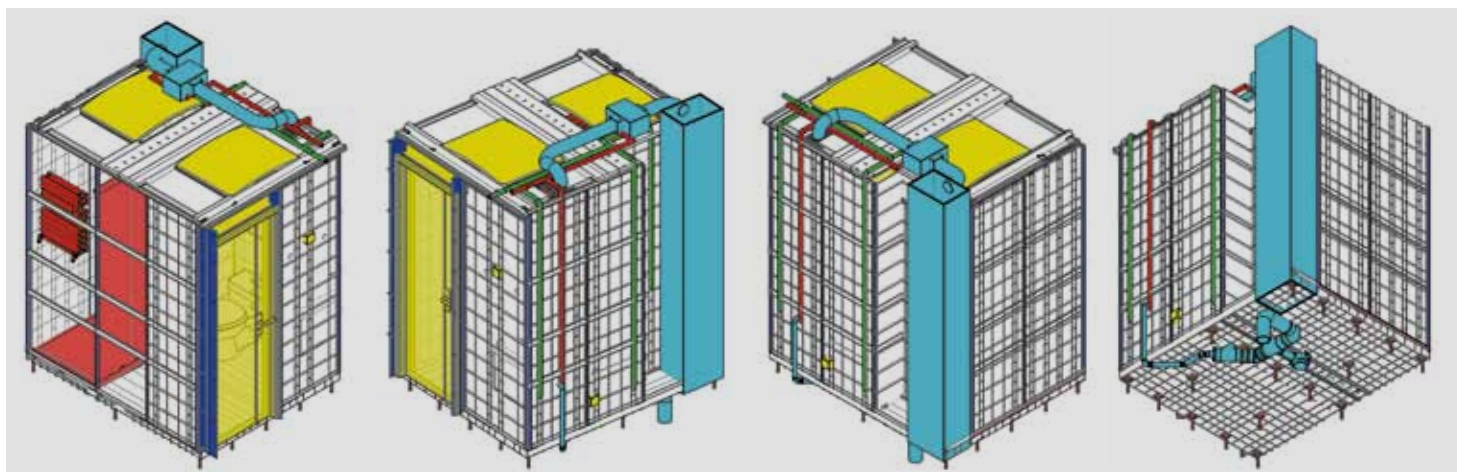


图21 精装集成卫浴

保证室内的空间品质，帮助设计师进行精细化和优化设计（图20）。整体卫浴等统一部品的BIM设计、模拟安装，可以实现设计优化、成本统计、安装指导。

4.3 信息化集成

产业链中各家具生产厂商的商品信息都集成到BIM模型中，为内装部品的算量统计提供数据支持。对装修需要定制的部位和家具，可以在方案阶段就与生产厂家对接，实现家具的工厂批量化生产，同时预留好土建接口，按照模块化集成的原则确保其模数协调、机电支

撑系统协调及整体协调（图21）。

4.4 装配式装修

装修设计工作应在建筑设计时同期开展，将居室空间分解为几个功能区域，每个区域视为一个相对独立的功能模块，如厨房模块、卫生间模块（图22）。由装修方设计几套模块化的布局方案，建筑设计时可直接套用方案。装修方在模块化设计时，综合考虑部品的尺寸关系，采用标准模数对空间及部品进行设计，以利于部品的工厂化生产。装修方在装配方案设计时，按照工厂下单图纸的精度标准

进行生产，避免现场加工的尺寸误差，提高现场装配效率及部品的精确程度（图23~25）。

5 BIM与信息化管理

5.1 经济算量分析

经济算量的主要原则是做到“准量、估算”，按照工业化建筑的组成及计价原则分为预制构件部分和现浇构件部分。结合工业化住宅的特点自主开发了装配式设计插件，通过该插件可以将预制构件与现浇构件进行分类统计（图26~29）。

通过分类统计可以快速地对设计方案进

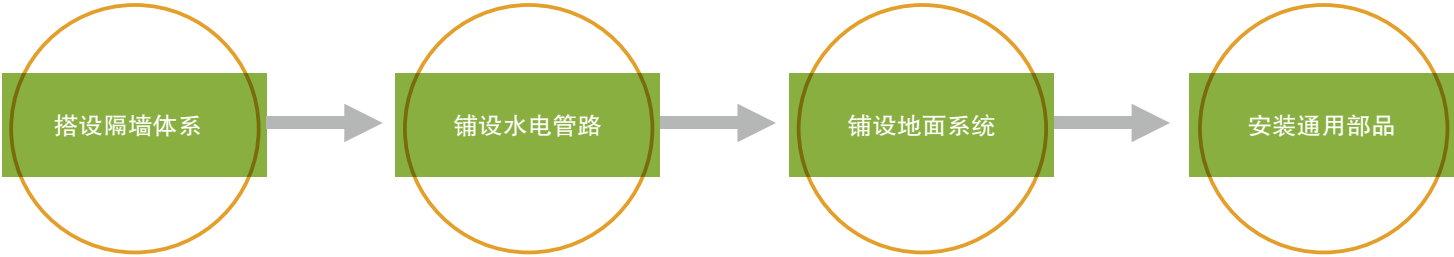


图22 一体化装修流程

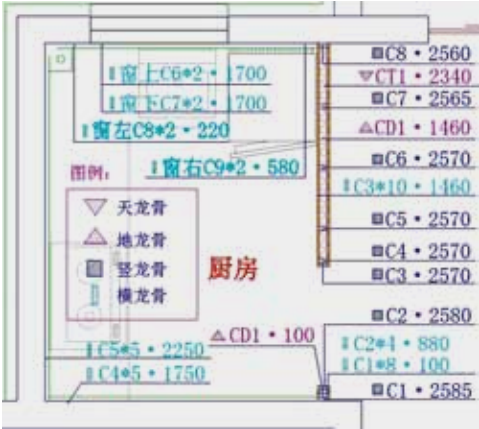


图23 龙骨下料图



图24 BIM模型模拟



图25 现场实际情况

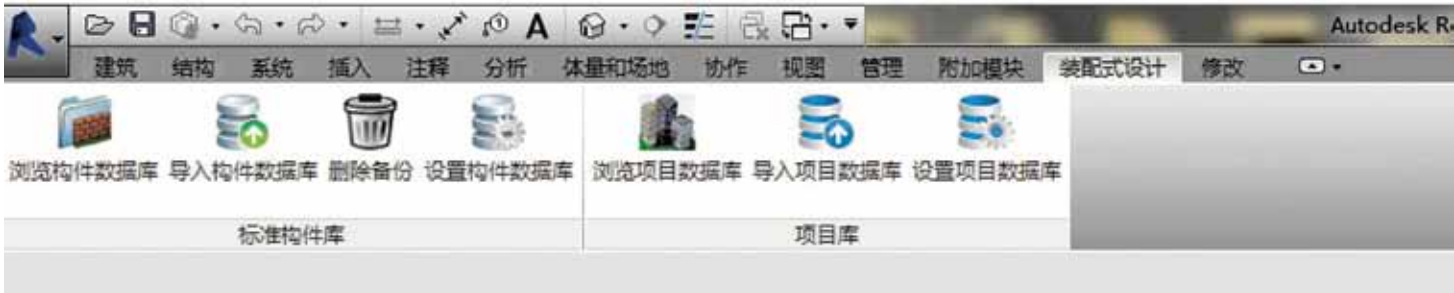


图26 装配式设计插件



图27 分项算量数据统计

图29 算量数据汇总

预制构件工程量清单（总表） (测算依据：北京市建设工程预算定额2012、工程量清单项目计量规范2013-北京)								含税费综合价 (根据北京地区以往工程经验所得估价)		
预制件类型		构件材质	编号	个数	单项体积 (m³)	体积合计 (m³)	折合单价 (元)	价格合计 (元)	折合单价 (元)	价格合计 (元)
预制外墙板	混凝土	混凝土	FQ-1	216	1.57	339.12				
			FQ-2	108	2.48	267.84				
			FQ-3	216	1.72	371.52				
			FQ-4	108	1.47	158.76				
			FQ-5	108	3.21	346.68				
						1483.92	1776.26	2635827.739	3500	5193720
	保温板	挤塑聚苯板	FQ-1	216	0.54	116.64				
			FQ-2	108	0.81	87.48				
			FQ-3	216	0.58	125.28				
			FQ-4	108	0.5	54				
			FQ-5	108	1.01	109.08				
						492.48	1400	689472		
预制内墙板	混凝土	混凝土	NQ-1	108	1.77	191.16				
			NQ-2	108	1.99	214.92				
			NQ-3	108	2.32	250.56				
			NQ-4	108	2.02	218.16				
预制楼板	混凝土	混凝土	YB-1	432	0.55	237.6				
			YB-2	216	0.75	162				
			YB-3	108	0.16	17.28				
			YB-4	108	0.54	58.32				
预制设备平台 (空调板)		混凝土	YKB-1	416	1.26	524.16	2257.31	1183191.61	2000	1048320
预制楼梯		混凝土	YTB-1	52	1.25	65	2019.14	131244.1	2000	130000

图30 工程量清单算量明细表

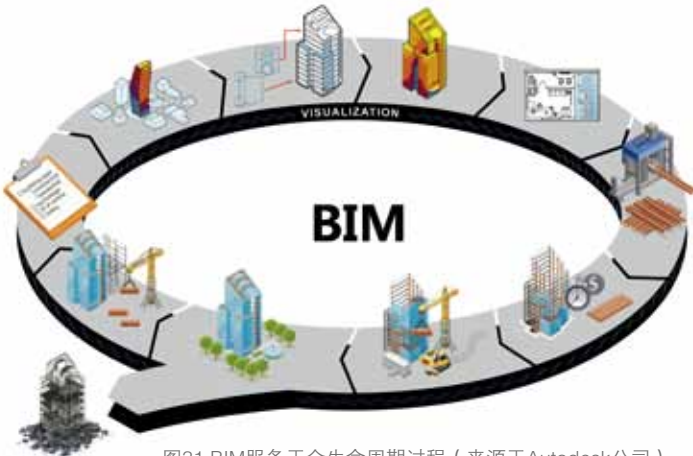


图31 BIM服务于全生命周期过程（来源于Autodesk公司）



图32 BIM云平台（来源于Autodesk公司）

行工程量分析，从而进行方案比选，再由确定的工程量结合地区的定额计算出本项目的工程量清单，实现在方案策划阶段对成本的初步控制（图30）。

5.2 RFID等实现装配式建筑质量管理可追溯

实现在同一BIM模型上的建筑信息集成，BIM服务贯穿整个工程全生命周期过程（图31）。一方面，可以实现住宅产业化信息；另一方面，可以将生产、施工及运维阶段的实际需求及技术整合到设计阶段，在虚拟环境中预演现实，真正实现BIM信息化应用的信息集成优势。通过在预制构件中预埋芯片等数字化标签，在生产、运输、施工、管理的各个

重要环节记录相应的质量管理信息，可以实现建筑质量的责任归属，从而提高建筑质量。

5.3 利用BIM云平台实现适时、全球化、数字化的管理

BIM信息化技术与云技术相结合，可以有效地将信息在云端进行无缝传递，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，可以实时查看项目所需要的信息，真正实现项目合作的可移动办公，提高项目的完成精度。

6 结语

北京市建筑设计研究院有限公司（BIAD）董事长兼总建筑师朱小地先生2012年2月在北京市建筑设计研究院工作报告中指

出：“建筑设计行业要依托互联网，利用BIM和云计算技术，搭建一个开放的建设工程协同服务平台，将咨询、规划、设计、建造和管理各个环节全部整合在平台上，实现全程协同工作和建筑全寿命周期的管理。”装配式建筑必将依托BIM信息化技术，开拓出一条依托于虚拟构件库、BIM信息化集成的BIM云平台的全产业链、全生命周期的创新应用之路（图32）。装配式建筑设计如何在行业BIM信息化的背景下，融入信息化大潮，发挥自身研发、设计和集成的优势，实现产业链拓展和过程阶段延伸，必将成为建筑产业化新时代的创新趋势。围绕这一创新趋势，设计行业将大有可为。AT