

# 基于 PBIMS 平台的装配式混凝土结构设计软件研发

张晓龙 夏绪勇 张 雷

(建研科技股份有限公司,北京 100013)

**【摘要】**国家正在大力推广住宅产业化,其中预制装配式混凝土结构是重点内容之一。全国形成多个住宅产业化现代化综合试点城市,市场迫切需要相关设计软件。启动开发适应政策导向及市场需求的装配式混凝土结构设计软件已迫在眉睫。PKPM 预制装配式混凝土结构设计软件 PBIMS-PC 的研发,为设计人员提供预制混凝土构件的脱模、运输、吊装过程中的计算工具,实现整体结构分析及相关内力调整、连接设计,在 PBIMS 平台下实现预制构件库的建立、三维拆分与预拼装、碰撞检查、构件详图、材料统计、模型数据直接接力到生产加工设备。该软件的研发必将简化装配式结构设计工作、提高工作效率、减小设计错误,推动住宅产业化的进程。

**【关键词】**PBIMS 平台;装配式;PBIMS-PC;预制构件库;CAM

**【中图分类号】**TU756 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1674-7461(2015)06-0067-05

**【DOI】**10.16670/j.cnki.cn11-5823/tu.2015.06.13

## 前言

随着工业化的发展,国家及地方政府的大力推动,以及对环保、节能要求的提高,住宅产业化必将是未来发展的趋势。国内目前尚没有成熟的装配式混凝土结构设计软件。国外软件也只能完成深化任务,而且在本土化、适合国内的工程设计习惯、符合相关设计标准方面都还有一定问题。国内装配式设计仍按传统方式设计,各个环节之间割裂,效率低,设计问题多,成本居高不下<sup>[1-2]</sup>。

随着 BIM 技术的发展与应用,提供一体化设计的系统解决方案,将装配式结构的三维设计与施工模拟、CAM 制造、全生命周期的过程的信息管理也将是未来发展的应用模式<sup>[3-7]</sup>。

PKPM 具有成熟装配式结构设计软件开发的经验,PBIMS 平台经过四年的开发,已经初具基础。基于 PBIMS 平台的装配式混凝土结构设计软件 PBIMS-PC,一定会受到设计人员的欢迎。

## 1 流程框架

PBIMS 是 PKPM BIM SYSTEM 的缩写,是 PKPM 全新开发的基于 BIM 技术的多专业协同设计系统。PBIMS 平台是这个系统的内核,作为独立产品是一个开放的平台,支持二次开发,多专业数据共享以及扩展,系统内数据流通及关联维护,能支持多人并行工作。

PBIMS-PC 是基于 PBIMS 平台的二次开发,模型数据依托平台的数据中心进行管理。支持两种设计流程,一种方式是先初步设计,获取到建模数据后,在进行拆分形成装配式深化模型;另一种是直接基于装配式构件库建立模型。软件提供多种辅助设计手段,辅助完成模型拆分与构件库建模两种方式下建立装配式模型。

基于装配式建筑模型,能接力 PKPM V3.1 版本完成装配式结构的整体分析设计,满足现行规范要求。同时开发多种应用工具满足装配式设计和生产的需要。

**【基金项目】** 国家高新技术研究发展计划(863 计划)(2013AA041306)

**【作者简介】** 张晓龙(1981-),男,工程师。主要从事 BIM 软件研发工作。

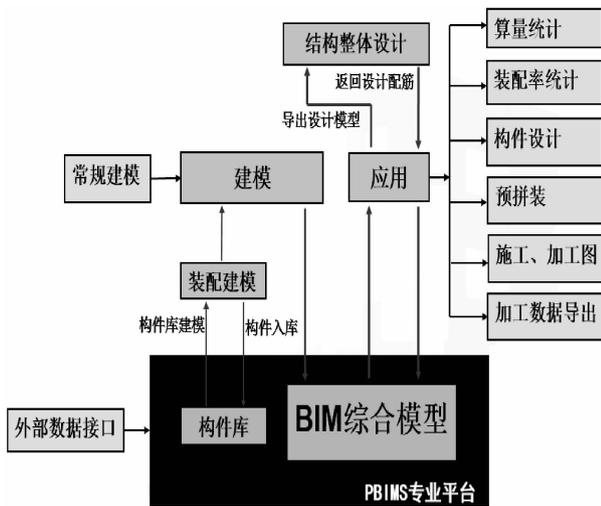


图1 PBIMS-PC 功能框图

## 2 解决的关键问题

### 2.1 多专业综合的信息模型的集成与共享

装配式模型必须是一个能容纳多专业信息的综合模型, 结构受力构件、建筑保温材料、装饰面层、维护结构, 设备管线等都需要真实表达。同时要综合考虑各个专业的设计内容的相互影响(如设备管道在主体构件上识别需要的预留孔槽、预埋管道等), 还要考虑加工安装对于模型的需求。

装配式设计模型用于指导后续的加工生产, 一

方面需要精细到达深度要求, 另一方面需要准确, 能发现和避免设计、加工、施工问题。以 PBIMS 平台的多专业数据平台为基础, 补充、扩展装配式设计需要的属性参数与元素类型。对各类构件对象进行关联与组合, 处理复杂物体造型以及布尔运算, 提供多专业数据统计和检查工具, 在设计的过程中发现和解决问题。

### 2.2 基于 PBIMS 平台的预制装配式构件库管理与拆分

装配式住宅标准化提升是装配式设计应用与推广的重要因素之一, 需要从方案设计初期就要考虑装配式加工与生产的要求。但是装配式设计涉及到多个专业与多个环节, 综合考虑因素较多, 设计人员难以把握, 设计院人员的设计经验与工作积累也较少。

软件提供快速的自动全楼装配式设计的手段, 可在设计的早期阶段进行初步设计, 用于装配率估算及装配式方案评估。提供装配式单元、构件、附件管理库管理, 以参数化录入方式建立常规的构件库, 支持复杂构件交互方式定制同时提供辅助设计工具优先智能的匹配已有的标准化构件。提供拆分与自动设计对于相近构件的识别和归并处理, 以及优先自动匹配已有的标准化构件等辅助标准化设计手段。项目中设计内容可提取入库, 积累工作基础, 重复利用, 进一步促进标准化设计工作。



图2 装配式结构信息模型

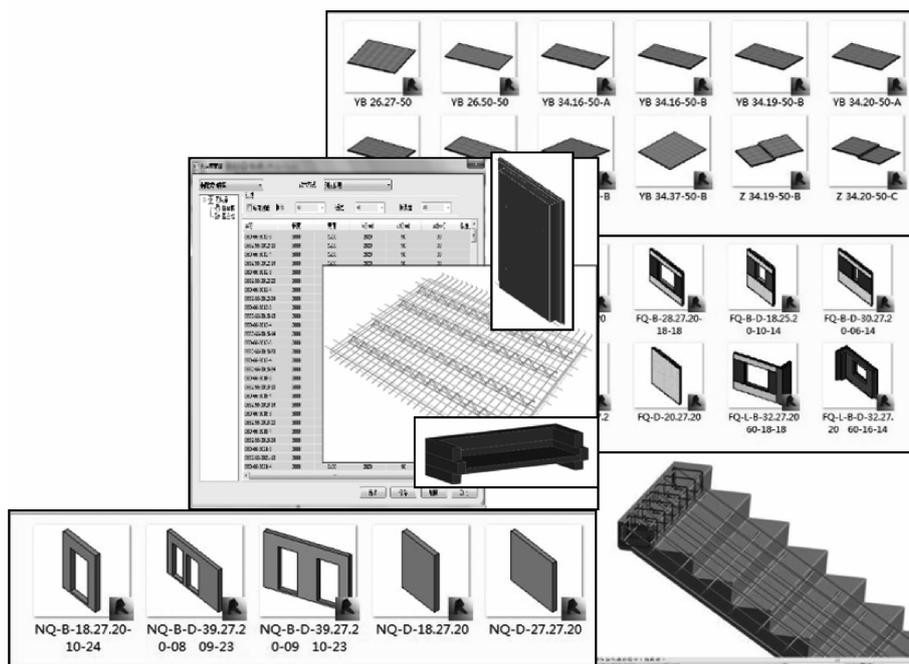


图 3 装配式构件库管理

### 2.3 接力现有结构软件 (PMCAD + SATWE), 完成装配式结构整体分析

通过将装配式结构模型导出到现有结构软件中进行分析,实现 JGJ1 - 2014 相关设计要求,并且将计算的配筋结果返回,用于指导装配式构件深化设计以及校验,具体如下:

- 1) 交互指定哪些部分预制及连接位置,同时计算出装配率;
- 2) 分析时统计出现浇部分、预制部分承担的剪力百分比;
- 3) 提供现浇部分地震剪力放大系数,可调整;
- 4) 节点连接验算。

### 2.4 装配式构件详图

装配式构件加工详图是装配式设计过程中工作量最为繁重、最容易出错的环节。而且各地的装配式构件做法以及出图方式有差异,尤其是设计调整后一模型的一致性,需要得到保证。

软件能自动对全楼构件材料进行统计与编号,自动生成全套加工图纸。通过配置,使得图纸的表达内容、布局、设计信息等与设计院需要关联起来,使图纸达到设计、加工要求。模型与图纸双向关联,并统一管理,当设计调整后能有效的保证模型与图纸的一致性。

### 2.5 BIM 模型数据直接接力数控加工设计 CAM,自动化生产

软件能够建立非常精细的模型,我们也在与能完成后续加工生产的厂家进行合作,充分利用装配式的信息模型,将软件、硬件与各环节生产过程相结合,结合硬件设备以及生产流程要求,直接接力工厂加工生产信息化管理系统,预制构件模型信息直接接力数控加工设备,将信息模型最大化。

软件能输入的加工信息包括两种:

(1) 各类钢筋的加工数据,自动化进行钢筋分类、钢筋编号以及机械加工,包括单钢筋、钢筋网片、钢筋桁架等几何尺寸,还包括钢筋的编号以及使用部位,与构件的关联信息,用于完成钢筋的生产任务。

(2) 构件加工数据,构件边模自动摆放、管线开孔信息的自动化画线定位、浇筑混凝土量的自动计算与智能化浇筑,以及钢筋、预埋件以及附属件的排布定位信息。

软件提供配置界面,由用户来确定需要的加工信息,也可以导出到 Excel 中二次编辑,再接力生产设备。通过将信息模型导出用于自动化加工设备来完成生产,避免了加工时人工二次录入可能带来的错误,同时也极大地提高了工厂生产的效率。

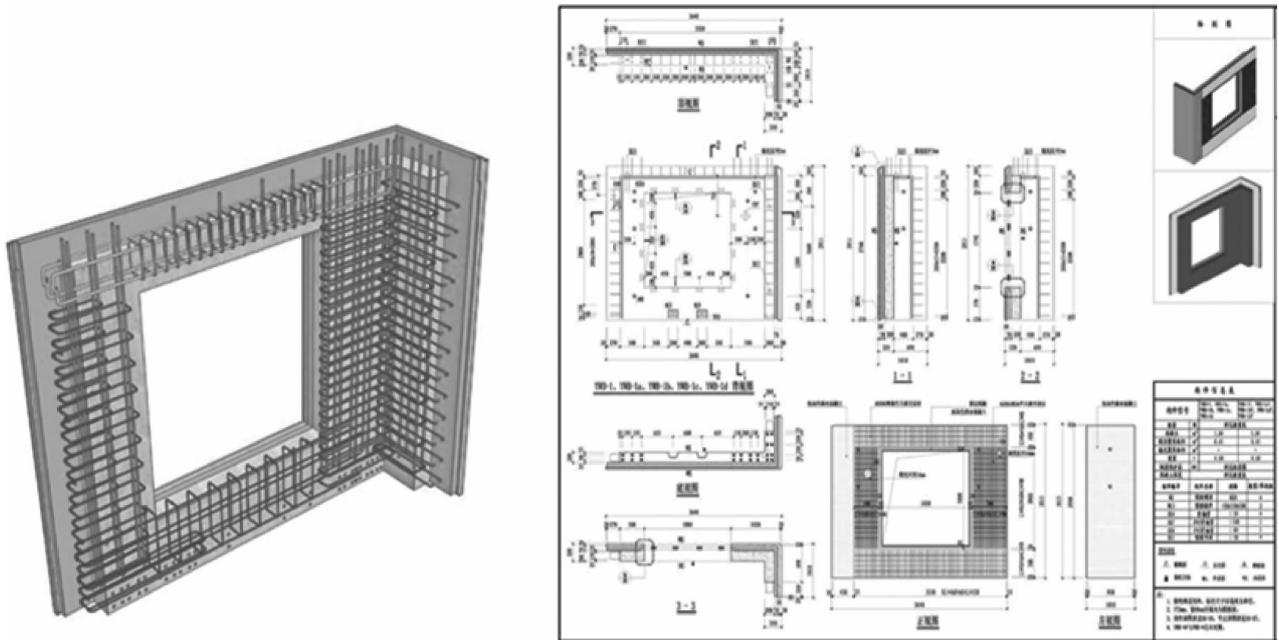


图4 装配式构件加工详图

构件加工数据

纵筋										
型号	名称	使用部位	单构件数量	总数量	直径	长度	锚固类型	一锚长度	二锚长度	
-	叠合板8	底板长度方向配筋	20	260	8	3000	直头	0	直头	0
-	叠合板8	底板宽度方向配筋	9	117	8	4020	直头	0	直头	0
-	叠合板8	端头加宽配筋	2	26	6	3000	直头	0	直头	0
-	叠合板9	底板长度方向配筋	20	80	8	2100	直头	0	直头	0
-	叠合板9	底板宽度方向配筋	7	28	8	4020	直头	0	直头	0
-	叠合板9	端头加宽配筋	2	8	6	2100	直头	0	直头	0
-	叠合板10	底板长度方向配筋	15	75	8	3000	直头	0	直头	0
-	叠合板10	底板宽度方向配筋	9	45	8	3020	直头	0	直头	0
-	叠合板10	端头加宽配筋	2	10	6	3000	直头	0	直头	0
-	叠合板11	底板长度方向配筋	15	60	8	2100	直头	0	直头	0
-	叠合板11	底板宽度方向配筋	7	28	8	3020	直头	0	直头	0
-	叠合板11	端头加宽配筋	2	8	6	2100	直头	0	直头	0
-	叠合板12	底板长度方向配筋	20	80	8	560	直头	0	直头	0
-	叠合板12	底板宽度方向配筋	3	12	8	4020	直头	0	直头	0
-	叠合板12	端头加宽配筋	2	8	6	560	直头	0	直头	0
-	叠合板13	底板长度方向配筋	20	20	8	360	直头	0	直头	0
-	叠合板13	底板宽度方向配筋	2	2	8	4020	直头	0	直头	0
-	叠合板13	端头加宽配筋	2	2	6	360	直头	0	直头	0
-	叠合板14	底板长度方向配筋	15	15	8	360	直头	0	直头	0
-	叠合板14	底板宽度方向配筋	2	2	8	3020	直头	0	直头	0
-	叠合板14	端头加宽配筋	2	2	6	360	直头	0	直头	0
-	预制内墙 2	墙元 - 内	8	16	6	3840	直头	0	直头	0
-	预制内墙 2	墙元 - 外	8	16	6	3840	直头	0	直头	0

图5 加工数据

## 3 开发阶段

装配式设计软件开发过程中,我们也在寻求多方技术合作,包括院内优势资源、设计院以及加工单位,以确保我们开发出来的产品能满足需求。在此基础上发布版本提供给部分用户试用,根据用户的反馈对软件的功能不断丰富和完善,最后发布正式版本。我们的开发大致分为以下三个阶段:

### 3.1 2015年10月31号,推出第一版试用版(Beta版)

这个版本要完成下述基本功能:

- 1) 装配式构件计算工具,主要解决装配式构件的脱模、运输、吊装过程中的计算;
- 2) 在现有结构软件(PMCAD + SATWE)整体分析中实现JGJ1-2014相关要求;
- 3) 基于BIM平台的预制装配式构件库的选用;

- 4) 装配式拆分与三维预拼装功能;
- 5) 装配式构件详图;
- 6) 装配率计算与材料统计。

### 3.2 2016 年 3 月份推出第一版正式版

- 1) 根据试用版的反馈,改进并稳定程序;
- 2) 扩充构件类型,考虑地方的差异性以及扩展;
- 3) 增加新的连接形式,完善交互扩展构件库。

### 3.3 2017 年 6 月份推出第二版正式版

- 1) 增加加工数据导出、加工与施工过程相关的辅助功能开发;
- 2) 在第一版设计功能稳定的基础上,继续开发与生产加工、及材料、施工管理等相关的功能;
- 3) 装配式构件的 BIM 模型直接接力数控加工设计 CAM 加工;
- 4) 给予构件唯一编号,结合加工流程管理与物流管理,进行施工模拟。

## 4 总结

- (1) PBIMS-PC 是国内首创自主开发的装配式混凝土结构设计软件,适应和促进国家建筑工业化政策;
- (2) 该软件结合国内设计需要及现行规范要求的装配式混凝土结构设计软件产品;

(3) 将建立构件库,多种方式拆分,同时将 BIM 信息模型直接用于加工生产,促进装配式建筑住宅的标准化、装配式构件加工的自动化,提升行业生产效率及经济效益;

(4) 该软件的研发进一步降低设计门槛,促进建筑装配式混凝土结构设计及市场的进一步发展,推动住宅产业化进程。

### 参考文献

- [1] 顾泰昌. 国内外装配式建筑发展现状[J]. 工程建筑标准化,2014(8).
- [2] 韩超,吴金花. 建筑工业化装配式混凝土结构的关键技术研究[J]. 山西建筑,2013(7).
- [3] 纪颖波,周晓茗,李晓桐. BIM 技术在新型建筑工业化中的应用[J]. 建筑经济,2013(8).
- [4] 马智亮. BIM 技术及其在我国的应用问题和对策[J]. 中国建设信息,2010(2).
- [5] 姬丽苗,张德海,管志瑜等. 基于 BIM 技术的预制装配式混凝土结构设计方法初探[J]. 土木工程信息技术,2013,5(1):54-56.
- [6] 龙玉峰,焦杨,丁宏. BIM 技术在住宅建筑工业化中的应用. 住宅产业,2012(9).
- [7] 周文波,蒋剑,熊诚. BIM 技术在预制装配式住宅中的应用研究. 施工技术,2012(11).

## Precast Concrete Structural Design Software Development based on PBIMS Platform

Zhang Xiaolong, Xia Xuyong, Zhang Lei

(CABR Technology Co., Ltd., Beijing 100013, China)

**Abstract:** Housing industrialization in China is the development trend, and prefabricated concrete structure is one of the key elements. A number of pilot cities have been appointed in recent years, and design software is urgently needed. It is urgent to launch the software which is adapted to the policy guidance and market demand.

PBIMS-PC software is an integrated system which contains component computational tools, structure analysis and detail design function for designers, and it transfers model data to processing equipment. The research and development of the software will simplify the design of the assembly structure, improve the work efficiency, reduce design errors, and promote the process of housing industrialization.

**Key Words:** PBIMS Platform; Precast; PBIMS-PC; Component Library; CAM