

基于 BIM 技术的装配率计算对比分析研究

赵瑞阳 郑鹏

(中国建筑科学研究院有限公司 北京构力科技有限公司,北京 100013)

【摘要】近年来装配式迎来了爆发式的发展,一是由于装配式技术的革新,二是国家政策层面上的大力扶持,推动建筑业的转型。全国各地相继推出了装配式的相关政策,鼓励装配式建筑的发展。与其相对应的,各地也相继发布装配式建筑评定的标准来帮助实现相关政策的落地,其中对于装配率的判定是其中最重要的部分。PKPM-PC也在近年陆续推出了适应各地政策的装配率计算功能。

【关键词】 BIM; 装配率; 装配式建筑; PKPM-PC

【中图分类号】 TU17 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1674-7461(2021)04-0095-06

【DOI】 10.16670/j.cnki.cn11-5823/tu.2021.04.14

引言

2018年2月1日,国家标准《装配式建筑评价标准》正式执行,在国标中,取消了预制率、预制装配率、装配化率等概念,统一以“装配率”作为唯一的指标来评价装配式建筑的装配化程度。在国标推出之后,各地陆续推出了以国标《装配式建筑评价标准》为基础,适应本地相关情况的地方标准,这些标准有些与国标一致,有些则部分不同,这些不同会导致最终的装配率计算结果也会有差别。除了基于国标制定的地方标准之外,有些地区的装配率计算方法则与国标有较大差别,比如说北京地区装配式计算方法、上海地区装配率计算方法、江苏三板装配率计算方法等等,同样一栋装配式建筑在不同的计算方法之下,结果也会大有不同。

装配率计算作为装配式结构设计的第一步,不仅是建筑装配化程度的主要指标,同时也是国家实施经济补偿的重要参照依据^[7]。但是装配率的计算经常困扰着设计师们,计算方法多(各地算法不同),计算量大。各类预制构件计算标准也有不同,

以国标为例,水平构件以投影面积法进行计算,竖向构件以体积法进行计算。快速准确地完成装配率计算,BIM软件的作用必不可少。针对各地不同的装配率计算政策,PKPM-PC中增加了相关的功能,如图1所示。

1 国标装配率分析

在国标《装配式建筑评价标准》中,按要求评定为装配式建筑,需要满足以下四个指标:1)主体结构部分的评分 ≥ 20 分;2)围护墙和内隔墙的评分 ≥ 10 分;3)采用全装修;4)装配率 $\geq 50\%$ ^[1]。其中主体结构部分的计算又分为竖向构件和水平构件两部分。竖向构件评分20~30分,水平构件为10~20分,总分最低分值为20分(见表1)。在国标中,并不强制使用竖向构件,所以理论上仅使用水平构件预制也可以满足国标装配率的要求(水平构件预制比例 $\geq 80\%$)。而在实际工程项目中,这种只做水平构件预制的占比很高,主要有以下几方面原因:

(1)成本原因,装配式建筑现阶段成本较传统

【基金项目】 “科技助力经济2020”重点专项项目“基于BIM的装配式建筑一体化设计技术产业化应用”(编号:2020ZLSH08)

【第一作者】 赵瑞阳(1986-),男,高级工程师,北京构力科技有限公司工业化软件研发事业部技术总监,主要研究方向:建筑信息化、装配式建筑、建筑结构等。

【通讯作者】 郑鹏(1987-),男,工程师,北京构力科技有限公司深圳分公司总经理,主要研究方向:建筑结构、装配式建筑、BIM技术等。

表1 国标装配式建筑评分^[1]

	评价项	评价要求	评价分值	最低分值
主体结构 (50分)	柱、支撑、承重墙、延性墙板等竖向构件	35% ≤ 比例 ≤ 80%	20 ~ 30	20
	梁、板、楼梯、阳台、空调板等构件	70% ≤ 比例 ≤ 80%	10 ~ 20	
围护墙和内隔墙 (20分)	非承重围护墙非砌筑	比例 ≥ 80%	5	10
	围护墙与保温、隔热、装饰一体化	50% ≤ 比例 ≤ 80%	2 ~ 5	
	内隔墙非砌筑	比例 ≥ 50%	5	
装修和设备管线 (30分)	内隔墙与管线、装修一体化	50% ≤ 比例 ≤ 80%	2 ~ 5	
	全装修	-	6	6
	干式工法楼面、地面	比例 ≥ 70%	6	
	集成厨房	70% ≤ 比例 ≤ 90%	3 ~ 6	
	集成卫生间 管线分离	70% ≤ 比例 ≤ 90% 50% ≤ 比例 ≤ 70%	3 ~ 6 4 ~ 6	



图1 PKPM-PC 装配率计算功能

现浇混凝土结构较高,在只做水平构件的项目中,土建成本增量基本可以控制在 150 元/m² 以内,而采用竖向构件预制的项目中,土建成本会增加到 300 元/m² 以上。开发商基于成本考虑,会优先选择只做水平构件。

(2)现阶段由于设计、生产、施工的不成熟,竖向构件普遍存在安全隐患,例如灌浆套筒的灌注度检测问题等。

(3)水平构件设计难度小、生产施工方便简单,所以水平构件预制在装配式项目中受到普遍欢迎。

2 仅水平构件的装配率对比分析

因为国标装配率计算中没有强制要求使用竖向构件,那么仅使用水平构件能否满足要求。现以一个典型的装配式剪力墙项目为例进行分析,图2所

示项目为剪力墙结构,33层,底部4层现浇,顶层屋盖板现浇。采用 PKPM-PC 进行 BIM 模型创建(见图3),并完成水平构件的拆分设计。利用 PKPM-PC 的装配率计算功能进行装配率指标的统计。

仅标准层进行装配率计算的结果显示,水平构件的投影面积比达到 80.3%。在《装配式建筑评价标准》中对于单体装配率的计算是从室外地坪开始算起,考虑全楼进行计算水平构件的计算比例为 70.1%。那么,实际此项目水平构件仅能得到 10分,不能达到国标的最低要求。在现有拆分方式的基础上在增加部分预制楼板,将有水房间进行预制,如图4所示。再将电梯前室进行预制,如图5所示。分别建模进行装配率统计计算,得到结果(表2)。

从分析对比来看,本项目是有可能达到水平构

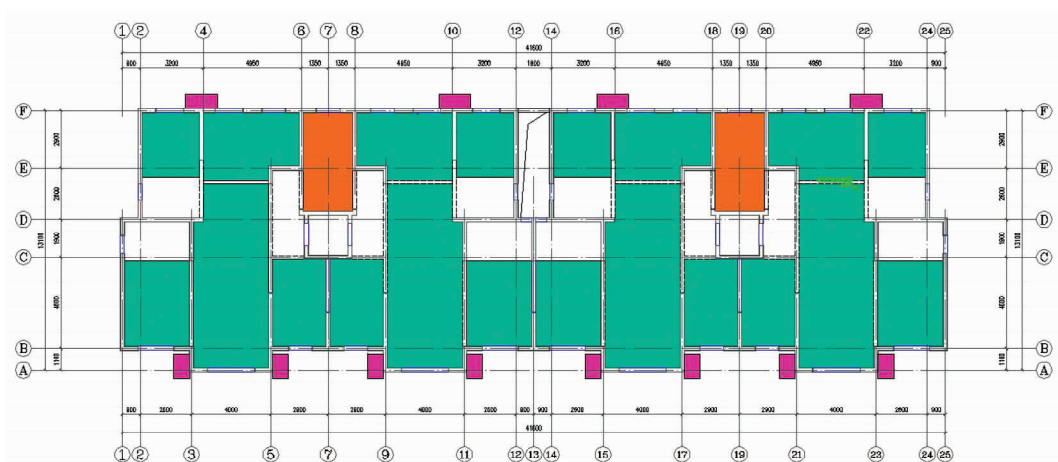


图 2 标准层预制楼板布置图

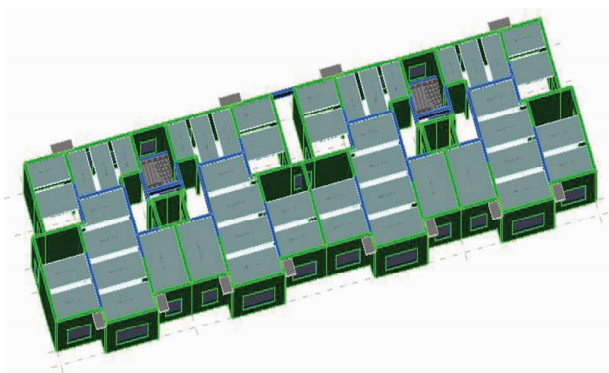


图 3 PKPM-PC BIM 模型

件投影面积比例高于 80% 的,但是代价较高,有水房间(厨房、卫生间)存在降板,并且有较高的防水要求,一般情况下不建议采用预制楼板。而电梯前室,由于管线较多,采用预制楼板对施工不利。本项目是 33 层的高层剪力墙结构,对于十几层的项

目,装配率的结果则更难满足要求,同样的标准层在不同层数的项目中的结果对比,如表 3 所示。在不同楼层数下,层数越高,越容易满足要求。

表 2 不同拆分下装配率结果对比

预制部分	标准层面积比 (%)	全楼面积比 (%)
非有水房间、楼梯、空调板	80.3	70.1
增加有水房间	89.3	77.9
增加有水房间及电梯前室	95	82.9

表 3 不同楼层数下装配率结果对比

楼层数	常规楼板拆分设计 (%)	增加有水房间 (%)	增加有水房间及电梯前室 (%)
33 层(底部 4 层现浇)	70.1	77.9	82.9
18 层(底部 2 层现浇)	66.5	74	78.7
10 层(底部 1 层现浇)	64	71.2	75.7

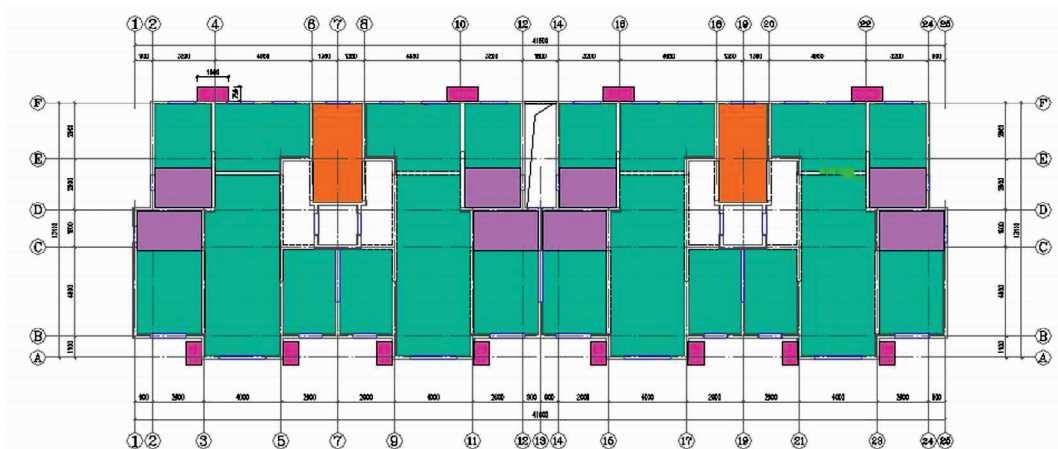


图 4 增加有水房间

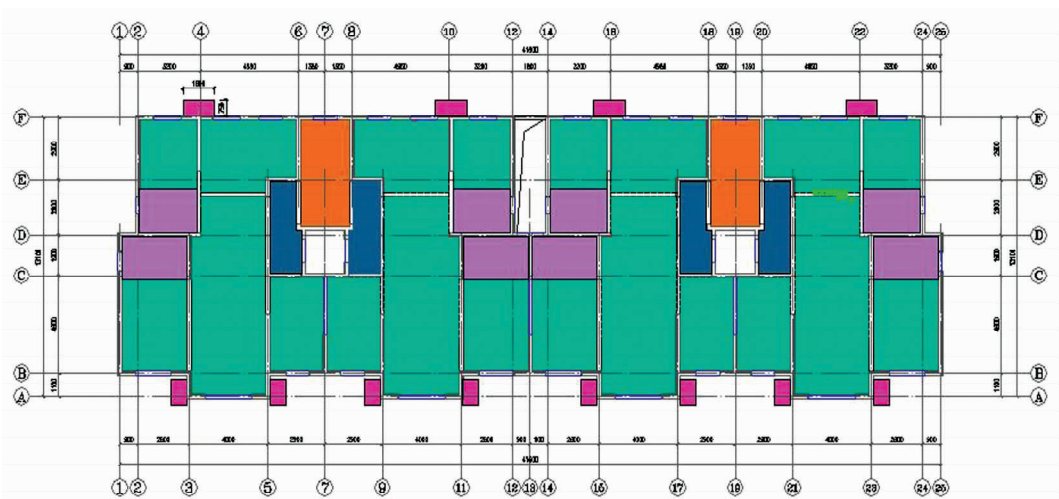


图5 增加有水房间和电梯前室

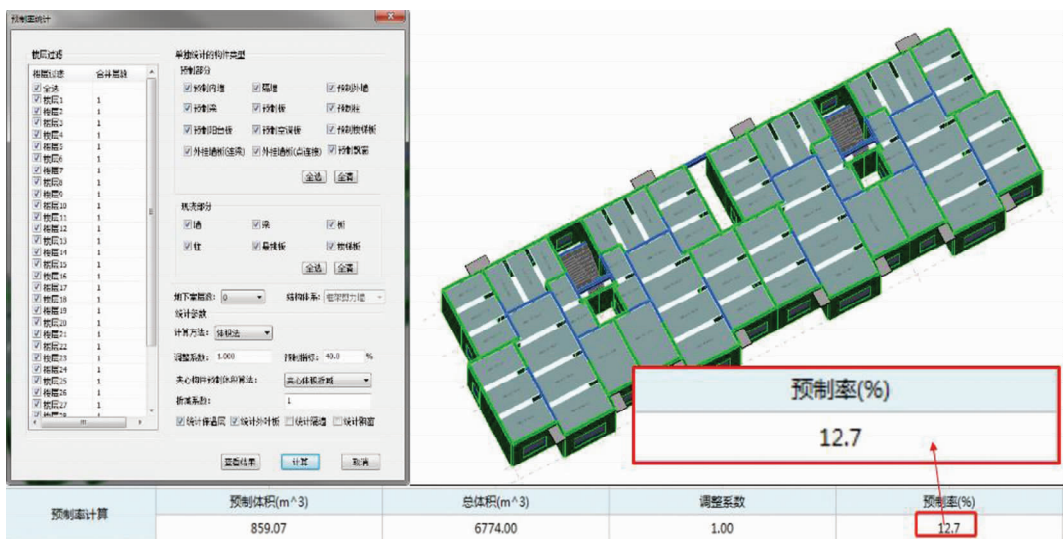


图6 采用 PKPM - PC 预制率计算

3 不同计算方法下的装配率计算对比

在国标装配率之外,各地都制订了本地的装配率计算规则,特别是装配式推广较好的北京、深圳、湖南、山东、浙江等地区也没有直接采用国标方法来评价装配式建筑,均对评价内容进行了修改和补充,其中北京、江苏、上海等地区计算方法与国标有较大差别^[6]。例如,上海市采用的装配率计算方法对不同结构体系的装配式建筑做了非常明确的划分,不同的结构体系中,对预制构件采用不同的权重系数,同时单体预制率和装配率分开定义^[5]。同一项目在不同的装配率计算规则下会有不同的计算结果,下面以同一项目以北京装配率规则和江苏

三板计算方法进行计算,对比分析计算结果。

北京地区的政策是分别计算装配率和预制率,其中装配率应满足国标《装配式建筑评价标准》的要求,需要 $\geq 50\%$ 。预制率应符合在建筑高度 ≤ 60 时,预制率 $\geq 40\%$,在建筑高度 $> 60\text{m}$ 时,预制率应 $\geq 20\%$ ^[3]。以同一高层剪力墙项目为例,其高度大于 60m ,当同时拆分了有水房间和电梯前室时,得到水平构件投影面积比 82.9% ,得分 20 分。采用预制率算法,计算该项目的预制率,得到预制率仅为 12.7% ,如图6所示。

江苏地区的政策要求单体建筑中强制应用的“三板”总比例不得低于 60% ,其中强制应用的“三板”包括预制楼板、预制楼梯板、预制内隔墙板^[4]。

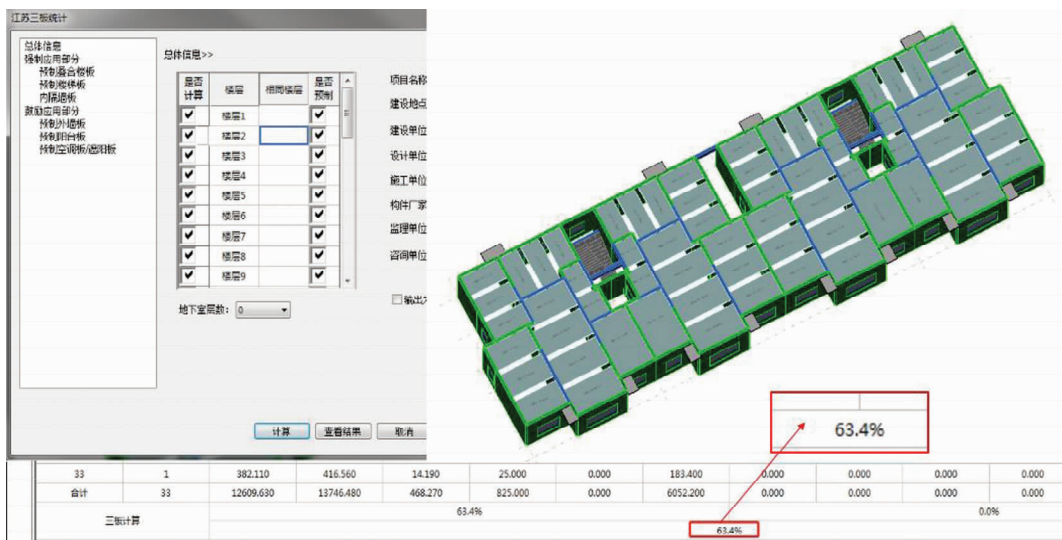


图7 PKPM-PC 江苏三板统计

在 PKPM-PC 中也设计了相应的计算功能,同样情况以江苏三板规则进行计算,结果如图7所示。

由此可见,仅使用水平构件预制的情况下,即使能满足《装配式建筑评价标准》的要求,要满足北京市的预制率要求也比较困难。相比较而言,江苏地区的“三板”政策,着力于推广水平构件,所以在水平构件的拆分上也更加容易满足条件。

4 总结

装配率是装配式建筑评价的重要指标,是装配式设计的重要一步,但是各地计算方法不一,不同构件的计算标准各异,计算复杂,纯手动计算耗时耗力,且不能保证准确性。利用 BIM 技术可以解决相关问题,但是目前装配式建筑的 BIM 应用主要集中在协同设计、构件拆分与深化设计^[8-10],以及对装配式建筑中各类单项构件的研究^[11-12],但是缺乏装配率相关的研发。PKPM-PC 软件作为国内最早开发的装配式 BIM 软件,在装配率计算方面投入了大量研发,能够准确地对实体模型进行计算,大大提高了工作效率和计算准确性。通过软件对各种形式的装配式方案进行快速的装配率计算分析,对比计算结果,能够帮助工程师选择更加合理的装配式方案。

参考文献

[1] GB/T 51129-2017 装配式建筑评价标准[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2017.

[2] GB/T 51231-2016 装配式混凝土建筑技术标准[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2017.

[3] 北京市人民政府办公厅关于加快发展装配式建筑的实施意见[EB/OL]. http://www.beijing.gov.cn/zhengce/zhengcefagui/201905/t20190522_60082.html,2017,3(1).

[4] 江苏省住房和城乡建设厅关于进一步明确新建建筑应用预制内外墙板预制楼梯预制楼板相关要求的通知[EB/OL]. http://jsszfhxjst.jiangsu.gov.cn/art/2018/1/12/art_49384_8895056.html,2018,1(12).

[5] 何夕平,赵仁松,李文海.不同地区装配式建筑评价方法的特点及对比分析[J].安徽建筑大学学报,2020,28(6):39-44.

[6] 赵晓龙.装配式建筑评价标准对比分析[J].住宅与房地产,2019(20):33-39.

[7] 刘勤文,李希胜,王军.以装配率为导向的装配式建筑方案设计优化[J].土木工程信息技术,2019,11(2):122-128.

[8] 张启志.基于 BIM 软件下的装配式建筑结构设计[J].钢结构,2018,33(2):114-117.

[9] 张德海,陈娜,韩进宇.基于 BIM 的模块化设计方法在装配式建筑中的应用[J].土木工程信息技术,2014,6(6):81-85.

[10] 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):14-16.

[11] 冯青,陆小龙,汪德江,等.基于 BIM 的装配整体式混凝土梁的拆分研究[J].土木工程信息技术,2016,8(5):83-85.

[12] 王金,曹清,李妍.装配式建筑叠合楼板设计中若干问题讨论[J].建筑结构,2017,47(S1):890-892.

Comparative Analysis of Prefabrication Ratio Based on BIM Technology

Zhao Ruiyang, Zheng Peng

(*Beijing Glory PKPM Techenology Co., Ltd., Beijing 100013, China*)

Abstract: In recent years, assembled buildings has ushered in explosive development, one is due to the innovation of assembly technology, the other is the strong support from the national policy. most areas of China have launched the relevant policies of prefabricated buildings to encourage the development of prefabricated buildings. Correspondingly, most regions of China have issued the evaluation standards of prefabricated buildings according to its own characteristics. The prefabrication ratio is the most important part. In this condition, PKPM-PC has launched the prefabrication ratio calculation function which adapts to the local policies.

Key Words: BIM; Prefabrication Ratio; Prefabricated Buildings; PKPM-PC