

文章编号: 1674-2869(2019)02-0162-06

# 基于价值工程原理房地产项目 装配式建造投资的决策研究

胡谋东<sup>1</sup>, 袁丽<sup>2</sup>, 彭博<sup>3</sup>

1. 中建三局绿色产业投资有限公司, 湖北 武汉 430035;
2. 武汉工程大学土木工程与建筑学院, 湖北 武汉 430074;
3. 湖北省建设工程标准定额管理总站, 湖北 武汉 430071

**摘要:** 房地产开发项目在投资决策时, 建造方案的确定通常需要统筹考虑工期、质量、安全、成本、节能环保、企业品牌等多个难以量化的因素, 本文通过运用价值工程原理, 对房地产项目拟采用的四种建造方案从功能指数和成本指数方面进行系统全面的分析, 最终形成量化的价值工程指数, 为项目前期投资决策研究提供依据。本案例的研究成果, 体现了政府在培育装配式建筑全产业链以及推动工程建设模式转型升级等方面的主导作用, 同时通过价值工程原理在投资决策阶段的深度运用, 可提高建造方式选择的科学性与合理性, 对大力发展装配式建筑具有重要指导作用。

**关键词:** 价值工程; 装配式建筑; 建造方案; 投资决策分析

**中图分类号:** P315.9      **文献标识码:** A      **doi:** 10.3969/j.issn.1674-2869.2019.02.012

## Investment Decision of Assembly Construction of Real Estate Projects Based on Value Engineering Theory

HU Moudong<sup>1</sup>, YUAN Li<sup>2</sup>, PENG Bo<sup>3</sup>

1. China Construction Third Engineering Bureau Green Industry Investment Co., Ltd, Wuhan 430035, China;
2. School of Civil Engineering and Architecture, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China;
3. Hubei General Station of Standard Quota Management for Construction Projects, Wuhan 430071, China

**Abstract:** We need to take into account the time limit, quality, safety, cost, energy saving and environmental protection, corporate brand and other difficultly quantified factors at the investment decision-making stage of the construction scheme in a real estate development project. We used the principle of value engineering to analyze the four proposed construction schemes from both function and cost indices for a real estate project, then obtained the quantitative value engineering indices, which provides a basis for investment decision-making research at the early stage of the project. The results of this case study highlight the main role of the government in fostering the whole industry chain of assembly building and promoting the transformation and upgrading of construction mode. Meanwhile, the application of value engineering principle at investment decision-making stage made the selection of construction methods more scientific and rational, playing an important guiding role in the vigorous development of assembly buildings.

**Keywords:** value engineering ; assembly building; construction scheme; investment decision analysis

改革开放以来, 建筑行业为中国的城镇化发展提供了有力支撑, 但能耗高、污染大等问题也日益凸显。相对于传统现浇方式建造的建筑, 装配

式建筑优点显著, 不仅代表当今先进建造技术的发展趋势, 还有利于减少用工, 缩短工期, 减少资源能源消耗、降低建筑垃圾和扬尘等优势。近年

收稿日期: 2018-09-27

作者简介: 胡谋东, 硕士, 工程师, 英国皇家特许测量师(MRICS)。E-mail: 249737297@qq.com

引文格式: 胡谋东, 袁丽, 彭博. 基于价值工程原理房地产项目装配式建造投资的决策研究[J]. 武汉工程大学学报, 2019, 41(2): 162-167.

来,各级政府在装配式建筑发展上给予大量的政策支持,作为中部地区建筑业大省,湖北省人民政府先后出台多部政策文件推进装配式建筑发展。武汉市人民政府从“容积率奖励、提前预售、财税优惠”等七个方面制定了切实可操作的政策奖励,引导企业大力发展装配式建筑。

## 1 价值工程原理介绍

价值工程是一种技术与经济紧密结合而又十分注重经济效益的现代管理技术。它是以提高研究对象(包括产品、工艺、工程、服务或它们组成部分)的价值为目的,以功能系统分析为核心,以创造性思维、开发集体智力资源为基础,以最低的全寿命周期费用来实现研究对象的必要功能的一种科学方法<sup>[1]</sup>,主要分析价值(V)、功能(F)、成本(C)三者之间的关系<sup>[2]</sup>。

$$V_i = \frac{F_i}{C_i}, F_i = \frac{A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}, C_i = \frac{C'_i}{\sum_{i=1}^n C'_i}$$

对于建筑工程而言,价值就是建筑实现的功能和成本之比,它的大小反应建筑功能实现的经济性,常用来控制建筑全寿命周期的成本。根据美国建筑业统计,应用价值工程可降低项目开发初始投资的5%~10%,进入项目运营维护阶段后对于建筑运营维护成本也大大降低。价值工程在建筑全寿命周期的各个阶段发挥着重要作用<sup>[3]</sup>。在建筑工程装配式建筑投资决策阶段,通过运用价值工程原理,对投资决策阶段的工期、进度、质量、四节一环保、企业品牌、成本估算等方面的指标进行价值量化,形成最终的价值工程量化指标,有效地解决了在投资决策阶段各决策因素考虑不周全、评价标准不统一等问题,为投资决策提供详实量化指标数据,确保投资决策的科学性和合理性。价值工程原理在房地产项目装配式投资决策中应用具有较强的适用性,对湖北省大力发展装配式建筑起到了重要的积极作用。

## 2 价值工程原理国内外研究现状

### 2.1 价值工程国外发展应用现状

价值工程最早起源于二战期间美国通用电气(GE)公司的石棉事件,当时任GE工程师的迈尔斯通对石棉板的一系列研究得出了最早的价值分析相关的方法。由于价值工程是节约资源、提高效率、降低成本的有效方法,世界各国纷纷开展推广与应用,并开展了相关的探索、培训、教学和研究。西方发达国家均先后根据价值工程原理制定

各个行业的规章制度,从而提升整个社会资源的利用,知名大企业福特、惠普等公司也逐步实现了价值工程的系统化应用<sup>[1]</sup>。

### 2.2 价值工程国内发展应用现状

成云<sup>[4]</sup>将价值工程思维模式应用于办公楼的设计过程中,在保证其功能、质量、工期的前提下,使工程设计方案的评价和选择更加客观和可靠。胡旭<sup>[5]</sup>分析了价值工程在建设工程投资决策阶段、设计阶段、施工阶段应用中存在的问题,并展开了深度的探讨。王和平<sup>[6]</sup>提出了建立造价人员与设计人员沟通的渠道是设计阶段运用价值工程原理进行造价管理的重点,并强调了功能特征分析是设计阶段造价管理的有效途径。

目前,尽管有一些专家学者已经着手研究将价值工程与工程建设结合起来的方法,并且取得了一定的成果,但将价值工程应用于房地产项目装配式建造方案投资决策研究尚处于起步阶段。在投资决策阶段,如何更加科学合理的将各决策因素进行功能指标量化,如何平衡企业品牌、节能环保与装配式增量成本等的关系,仍需要广大专家学者在科研与实践过程中不断的总结与研究。

## 3 运用价值工程原理对房地产项目建造方案投资决策分析

### 3.1 背景介绍

3.1.1 项目基本情况 2017年底,Z单位成功摘牌武汉市黄陂区114号地块,用地面积为59 184 m<sup>2</sup>,地块紧靠四环线,用地性质为住宅用地,容积率为2.4,总建筑面积约20万m<sup>2</sup>,建筑密度30%,绿化率35%。按照“快周转”的总体开发思路,项目摘牌后,立即启动项目公司注册、项目前期定位、概念方案设计等前期开发工作。现基本完成了概念方案设计工作,即将进入规划报审及施工图设计阶段,但在建造方案的选择上成为了项目开发过程中大家争论的焦点,“是否采用装配式方式建造”、“装配式建造如何平衡装配率高低与增量成本的关系”等成为困扰公司管理层在投资决策阶段的重要难题。本文就上述遇到的难题,运用价值工程原理开展了相关研究论证工作。

3.1.2 价值工程对象的确定 为了更好地进行投资决策前期的建造方式确定,结合本项目拟采用工程总承包方式发包的特点<sup>[7]</sup>,现分别列举了4种常见可以实施的建造方案(见表1),作为本文价值工程研究对象。

表 1 4 种建造策划方案  
Tab. 1 Four construction planning schemes

名称	采用传统现浇方式		采用装配式方式建造	
	方案 A	方案 B	方案 C	方案 D
		低装配率方式建造	高、低装配率相结合方式建造	全采用高装配率方式建造
建造方式	采用传统现浇方式建造	采用装配式方式建造,14 栋建筑全部采用装配式建造,装配率约 20%。主要 pc 构件包括楼梯、阳台、栏板、外墙。	采用装配式方式建造,14 栋建筑全部采用装配式建造,其中 6 栋建筑(建筑面积约 60 000 m <sup>2</sup> )装配率 50%,8 栋建筑(建筑面积约 80 000 m <sup>2</sup> )装配率 13%。主要 pc 构件包括楼梯、阳台、栏板、三明治夹心外墙、PCF 墙、叠合板、叠合梁等。	项目 14 栋建筑全部采用装配式方式建造,装配率 50%。主要 pc 构件包括楼梯、阳台、栏板、三明治夹心外墙、PCF 墙、叠合板、叠合梁等。
发包模式	施工总承包	工程总承包	工程总承包	工程总承包
结构体系	框架剪力墙体系	剪力墙体系	装配式剪力墙体系	装配式剪力墙体系
方案策划情况	①建造方式成熟,供应商资源充分,施工周期有保证。 ②通过过发挥总承包商在资源整合的优势,施工过程中采用铝模、爬架等先进施工技术,提高项目管理水平水平。 ③成本没有额外增加,企业无需为项目承担额外的成本。同时也无法获得装配式建筑政策红利。	①基于响应政府文件号召,采用低装配率方式建造,探索装配式建造方式。 ②装配式增量成本较低,通过发挥 EPC 总承包商的优势,采用一体化设计,装配式方式建造,降低项目成本,提高项目管理水平。	①积极响应政府号召,展现央企社会担当,积极采用装配方式建造,努力打造示范项目,提升企业在装配式建筑领域的品牌影响力。 ②率先尝试,努力打通装配式建筑全产业链各个环节,培育装配式建筑市场环境,培养自有装配式产业工人,提升装配式建筑管理能力,抢占装配式建筑蓝海市场。 ③深入研究政策文件,确保政策奖励全部获取,在满足企业战略意图的同时,采用高、低装配式相结合方式建造,实现经济最优组合。	①积极响应政府号召,展现央企社会担当,积极采用装配方式建造,努力打造示范项目,提升企业在装配式建筑领域的品牌影响力。 ②率先尝试,努力打通装配式建筑全产业链各个环节,培育装配式建筑市场环境,培养自有装配式产业工人,提升装配式建筑管理能力,抢占装配式建筑蓝海市场。 ③在获得政策奖励基础上,通过项目规模效应来降低装配式增量成本。

3.2 运用价值工程原理对研究对象的论证

3.2.1 建造方案功能指数分析 功能是指价值工程研究对象所具有的能够满足某种需求的一种属性,亦是某种特定效能、功用或效用<sup>[1]</sup>。鉴于本项目评价对象是项目各建造方案,其中主要分析传统现浇方式与装配式建造的比选及不同装配率之间的比选。故在功能指数分析时,除了分析建筑物自身必要的基本性能外,还需要从对社会影响、企业品牌提升等维度进行分析。经过筛选,现重点从 3 个功能维度和 10 个功能指标开展分析<sup>[8-9]</sup>,具体如下:一是建设控制方面,主要包括施工周期、施工质量、安全文明、耐久性能;二是社会环境影响方面,主要包括节水、节材、节能、环境保护;三是品牌影响,主要指品牌示范与产业集成<sup>[10]</sup>。其功能指标系统图如图 1 所示。

通过图 1 中的各项功能指标在项目建设过程中的作用,采用表 2 中 04 评分法来确定各功能的

权重(各功能指标两两比较,很重要的功能得 4 分,很不重要的功能得 0 分;较重要的功能得 3 分,较不重要的功能得 1 分;同样重要或基本同样重要时,两个功能各得 2 分)。

在方案功能评分时采用专家问卷调查方式,对所属的 10 个功能指标采用 10 分制打分,最低分 0 分,根据每个功能指标的得分乘以功能权重,得到各个方案的各功能指标的功能得分,见表 3。

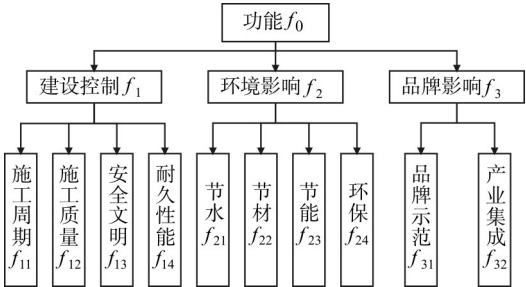


图 1 功能指标系统图  
Fig. 1 Function index diagram

表2 四种方案功能权重  
Tab. 2 Functional weights of four schemes

功能	$F_{11}$	$F_{12}$	$F_{13}$	$F_{14}$	$F_{21}$	$F_{22}$	$F_{23}$	$F_{24}$	$F_{31}$	$F_{32}$	得分	权重
$F_{11}$		2	1	3	3	3	2	3	2	3	22	0.12
$F_{12}$	2		2	4	3	3	3	3	3	3	26	0.14
$F_{13}$	3	2		2	3	3	4	3	2	2	24	0.13
$F_{14}$	1	0	2		2	3	2	3	4	4	21	0.12
$F_{21}$	1	1	1	2		1	2	2	1	2	13	0.07
$F_{22}$	1	1	1	1	3		3	2	2	2	16	0.09
$F_{23}$	2	1	0	2	2	1		2	2	2	14	0.08
$F_{24}$	1	1	1	1	2	2	2		3	3	16	0.09
$F_{31}$	2	1	2	0	3	2	2	1		3	16	0.09
$F_{32}$	1	1	2	0	2	2	2	1	1		12	0.07
合计											180	1.00

表3 四种方案功能得分表  
Tab. 3 Functional score of four schemes

方案	$F_{11}$	$F_{12}$	$F_{13}$	$F_{14}$	$F_{21}$	$F_{22}$	$F_{23}$	$F_{24}$	$F_{31}$	$F_{32}$	加权得分 $A_i$	功能指数 $F_i$
	0.12	0.14	0.13	0.12	0.07	0.09	0.08	0.09	0.09	0.07		
方案A	9	6	7	7	6	6	6	6	6	6	6.617	0.215 0
方案B	9	7	6	8	6	6	7	8	7	7	7.156	0.232 5
方案C	7	8	7	9	8	8	8	9	8	8	7.950	0.258 3
方案D	7	9	9	10	9	9	9	10	10	9	9.050	0.294 1
合计											30.77	1.000 0

从表3不难看出,方案C和方案D的功能得分最高,显示了采用装配式建筑无论是对项目的建设控制,还是对社会环境影响,装配式建筑都代表建筑未来绿色发展的方向。另外在装配式建筑发展之初,Z公司通过率先探索,提升了Z公司在业界企业品牌影响力,进一步提高了本测算模型的功能指数。

3.2.2 建造方案全寿命周期成本指数的确定 建筑产品作为一种特殊的商品,其全寿命周期包括决策阶段、实施阶段(设计准备、设计、招标采购、施工、使用准备等)、使用阶段直到报废拆除<sup>[3]</sup>。全寿命周期成本指建筑工程在整个生命周期所发生的全部成本费用,对于一个新建工程主要包括建造费用、使用费用、拆除回收成本三部分。建筑产品寿命周期费用 $C'$ 是建造费用 $C_1$ 、使用费用 $C_2$ 和拆除回收成本 $C_3$ 之和,即 $C'=C_1+C_2+C_3$ <sup>[11]</sup>。

本项目为新建工程,拟采用的ABCD这四种方案根据武汉市《武政规〔2017〕8号》文件分别可以获得不同奖励费用,这可以冲抵企业由于采用装配式方式建造而带来的增量成本,故在本项目建造方式成本指数模型构建时引入装配式奖励 $R$ ,用以冲抵部分装配式建筑增量成本,故建造方案的全寿命周期成本 $C'=C_1+C_2+C_3-R$ <sup>[12]</sup>。建造成本

$C_1$ :按照Z集团公司房地产开发建造口径,为达到本建筑工程必要使用功能的房屋建筑成本和设备安装成本的总和。使用成本 $C_2$ :主要指建筑冬天采暖夏天供冷能耗费用和房屋本身维修费用。拆除回收成本 $C_3$ :建筑达到寿命周期后的拆除费用、建筑用材的残值、环境影响等费用<sup>[2]</sup>。政策奖励费用 $R$ :通过采用装配化方式建造后,根据当地政府政策文件相比传统建造方式而获得的额外奖励可售面积(可售面积根据市场单价折算成奖励费用)。

建造成本 $C_1$ 的确定:本项目尚处于概念规划阶段,没有完整的现浇与装配式施工图纸,无法对这4个方案的成本做出准确的测算。为科学合理地测算本项目的建造成本,现选取Z单位武汉的另一个项目的相关测算数据。项目基本情况为总建筑面积13万 $m^2$ ,共计14栋住宅,其中6栋50%装配率,4栋20%装配率,4栋采用现浇方式建造,与本项目的规模、高度、装配方式高度相似,具有参考性。现结合前期本项目可研成本情况,将相关成本数据测算如下<sup>[13-14]</sup>,具体情况如表4所示。

使用费用 $C_2$ 与拆除回收成本 $C_3$ 的确定:在确定使用费用 and 拆除回收成本数值时,由于每个项目个体差异性较大,且与运营维护期的保养情况、自然环境的恶劣程度、评价的尺度等有较大关系,



表 4 四种方案建造成本的确定

Tab. 4 Construction cost of four schemes yuan/ m <sup>2</sup>				
成本	传统现浇方式	采用装配式方式建造		
	方案 A	方案 B	方案 C	方案 D
单方造价	2 425	2 505	2 582	2 725
增量成本	0	80	157	300

由于项目目前处于投资决策阶段,故本次测算 ABCD 四种方案  $C_2$  均按照 100 元/m<sup>2</sup> 考虑。另外由于装配式混凝土结构建筑相比现浇混凝土建筑易

于拆装,材料回收率较高,拆除回收成本相对较低,故现根据 ABCD 四种方案根据装配率不同,  $C_3$  分别按照建造费用的 10%、8%、6%、5% 考虑。

政策奖励  $R$  的确定:根据《武政规【2017】8 号》文件要求,ABCD 四种方案获得政策奖励情况具体如表 5 所示。

成本指数的确定:根据建造方案的全寿命周期成本计算公式,综合考虑政策奖励因素  $R$ ,可以得到 ABCD 四种方案全寿命周期成本表(见表 6)及全寿命周期工程造价柱状图(见图 2)。

表 5 四种方案装配式奖励情况  
Tab. 5 Incentives for four schemes

方案 A	方案 B	方案 C	方案 D
无法获得政策奖励	可以获取《武政规【 2017】8 号文件》文件中第(三)条奖励,预计奖励金额约 24 万元,折合单方造价 1.7 元/ m <sup>2</sup> 。	可以获取《武政规【 2017】8 号文件》文件中第(一)、(二)(三)条奖励,预计奖励总金额约为 2532.2 万元,折合建面单方造价约 180.87 元/ m <sup>2</sup> 。	可以获取《武政规【 2017】8 号文件》文件中第(一)、(二)(三)条奖励,预计奖励总金额约为 2532.2 万元,折合建面单方造价约 180.87 元/ m <sup>2</sup> 。

表 6 四种方案成本表  
Tab. 6 Costs of four schemes

方案	建造成本 $C_1$	使用成本 $C_2$	拆除回收成本 $C_3$	政策奖励 $R$	不考虑政策奖励 ( $C' = C_1 + C_2 + C_3$ )		考虑政策奖励 ( $C' = C_1 + C_2 + C_3 - R$ )	
					总成本( $C'$ ) / (元/ m <sup>2</sup> )	成本指数 ( $C_i$ )	总成本( $C'$ ) / (元/ m <sup>2</sup> )	成本指数 ( $C_i$ )
方案 A	2 425	100	242.5	0	2 767.5	0.243 4	2 767.5	0.251 4
方案 B	2 505	100	200.4	1.7	2 805.4	0.246 7	2 803.7	0.254 7
方案 C	2 582	100	154.92	180.87	2 836.9	0.249 5	2 656.05	0.241 3
方案 D	2 725	100	136.25	180.87	2 961.3	0.260 4	2 780.38	0.252 6
合计					11 371	1.000 0	11 007.63	1.000 0

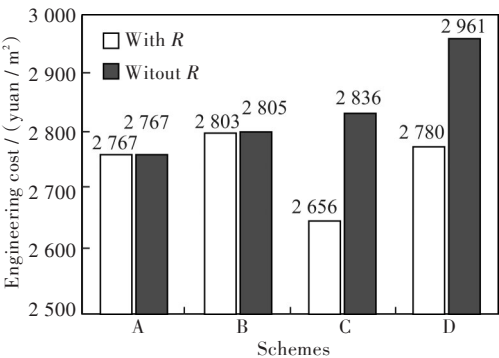


图 2 四种方案工程造价柱状图

Fig. 2 Engineering cost histogram of four schemes

从表 6 不难看出:(1)在不考虑政策奖励  $R$  时,方案 D 的成本指数远高于 A、B、C 方案的成本,这也折射出装配式建筑由于成本高等问题,在现实推广难的窘境。方案 A 的成本指数最低,表明目前传统建造方式在成本上的优势。(2)在考虑政策奖励  $R$  时,方案 C 的总成本及成本指数最低,说明

在政府政策引导下,装配式建筑不仅在“四节一环保”上优势明显,而且通过适当的装配式方案策划,成本水平也可以保持与传统现浇方式基本相当,甚至更优。这充分体现了在装配式建筑在发展之初政府的政策引导起到的良好效果。

3.2.3 建造方案的价值指数分析 根据 ABCD 四种方案的功能指数表(表 3)和成本指数(表 6)得出本项目的价值指数对比分析表,详见表 7。

由表 7 不难得出: $V_{\text{方案 D}} > V_{\text{方案 C}} > 1 > V_{\text{方案 B}} > V_{\text{方案 A}}$ 。

针对方案 A,考虑政策奖励与不考虑政策奖励所得出的价值指数在 4 个方案中最低,离价值理想指数 1 较大,说明方案 A 的功能实际需要小于实现功能的成本,故不建议采用该方案。从表 7 数据中也证明了传统“粗放”的建造方式在全社会构建环境友好型、资源节约型的大背景下必将举步维艰,也终将逐步被绿色、循环、低碳的建造方式所代替。

表7 四种方案的价值指数对比分析表  
Tab. 7 Value indices of four schemes

方案	建造方案	功能指数( $F_i$ )	不考虑政策奖励 $R$		考虑政策奖励 $R$	
			成本指数( $C_i$ )	价值指数( $V_i=F_i/C_i$ )	成本指数( $C_i$ )	价值指数( $V_i=F_i/C_i$ )
方案A	全部传统现浇方式	0.215 0	0.243 4	0.883 5	0.251 4	0.855 2
方案B	14栋建筑采用装配式建造, 装配率约20%。	0.232 5	0.246 7	0.942 5	0.254 7	0.912 9
方案C	6栋建筑装配率50%, 8栋建筑装配率13%。	0.258 3	0.249 5	1.035 5	0.241 3	1.070 7
方案D	14栋建筑全部采用装配式 方式建造,装配率50%	0.294 1	0.260 4	1.129 3	0.252 6	1.164 3
小计		1.000 0	1.000 0	3.990 8	1.000 0	4.003 2

在方案B、C、D的价值指数比较中,方案C的价值指数离价值理想指数1最近,说明C方案的功能与费用分配最为合理。具体到本案例中,由于政府政策奖励补贴补直接降低本方案成本指数。与此同时在装配式建筑发展初期,企业通过先行先试打造示范项目,对企业在行业地位巩固及品牌彰显的效果显著,进一步提高了案例的功能指数<sup>[15]</sup>。

4 结 语

本文运用价值工程原理对Z企业项目开发面临的建造方案选择问题进行了功能、成本、价值三个指标的量化分析,为Z企业投资决策层最终决策提供了详实的参考依据。基于上述分析,该项目C方案最终被Z单位投资决策层予以采用,这与Z公司前期主导实施的X项目的结论也基本保持一致。

过本案例的分析,说明了企业在前期投资决策时,不能简单的以成本高为由而在建造方案的选择上“因循守旧、裹足不前”。企业要密切关注行业发展现状与趋势,要充分分析企业发展的“功能需求”,不断的探索与学习,紧跟政府政策导向,促进建筑业转型升级。

在政府层面,本文的结论也进一步凸显了政府在培育新兴产业、推动工程建设模式转型升级等方面的主导作用以及取得的成效。通过政策引导、财税补贴等方式有效地促进建筑产业链上下游企业、院校、研发中心、产业联盟等共同参与到装配式建筑的推广与应用上来。随着参与的企业日益增多,市场发展越来越成熟,代表当今先进的建造技术的装配式建筑必将引领未来建筑业的绿色健康发展。

参考文献

[1] 孙继德. 建设项目的价值工程[M]. 北京:中国建筑业出版社,2011.

[2] 卓立安. 基于VE的装配式混凝土结构建筑经济性分析[J]. 福建建筑,2017(12):108-110.

[3] 庞佳丽. 绿色住宅建造成本控制研究[D]. 武汉:武汉工程大学,2017.

[4] 成云. 价值工程在建设工程中的应用[J]. 有色金属设计,2016(1):57-60.

[5] 胡旭. 价值工程在工程造价控制的应用探讨[J]. 中外企业家,2016(9):67.

[6] 王和平. 基于价值工程原理的设计阶段工程造价特征管理方法的研究[J]. 建筑经济,2010(5):60-62.

[7] 王怀省. 工程项目管理模式国内外对比分析研究[D]. 武汉:武汉工程大学,2016.

[8] 陈洁. 复杂系统的价值工程功能-成本分析初探[J]. 价值工程,2017,36(3):20-23.

[9] 周燃,周利. 价值工程在住宅项目投资决策中的应用[J]. 当代经济,2017(5):148-149.

[10] 徐雨濛. 我国装配式建筑的可持续性发展研究[D]. 武汉:武汉工程大学,2015.

[11] 李玉,刘颖. 基于价值工程理论的装配式住宅全寿命周期成本控制研究[J]. 辽宁经济,2014(7):38-40.

[12] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建设工程量清单计价规范:GB50500—2013[S]. 北京:中国计划出版社,2013.

[13] 陈玲玲. 房地产项目设计阶段成本控制研究[D]. 武汉:武汉工程大学,2014.

[14] 张川. 黄陂RXC项目开发的成本控制研究[D]. 武汉:武汉工程大学,2017.

[15] 张哨军,陈伟亚. 建筑企业竞争力指标体系的建立与评价[J]. 武汉工程大学学报,2007,29(5):14-15.