

基于需求端视角的装配式建筑激励政策

乔丽丽¹,陈群^{1,2},陈哲¹

(1.福建工程学院 管理学院,福建 福州 350118;
2.宁德职业技术学院,福建 宁德 355000)

摘要: 基于需求端的视角,建立政府与消费者的演化博弈模型并分析演化结果,研究政府与消费者间的装配式建筑激励政策,得出政府加大激励力度有助于提高消费者对装配式建筑的需求的结论并提出激励建议,为装配式建筑的推广提供参考。

关键词: 演化博弈;装配式建筑;激励政策

中图分类号: C93

文献标志码: A

文章编号: 1672-4348(2020)03-0288-05

Incentive policies for prefabricated buildings based on the demand-side perspective

QIAO Lili¹, CHEN Qun^{1,2}, CHEN Zhe¹

(1.School of Management, Fujian University of Technology, Fuzhou 350118, China;
2.Ningde Vocational and Technical College, Ningde 355000, China)

Abstract: Based on the perspective of the demand side, an evolutionary game model between the government and consumers was established, and the evolutionary results were analyzed in order to study the incentive policies for prefabricated buildings between governments and consumers. It is concluded that the government's efforts to increase incentives can help improve the demand for prefabricated buildings, and finally some incentive suggestions were put forward, which can provide reference for the promotion of prefabricated buildings.

Keywords: evolutionary game; prefabricated buildings; incentive policies

1 装配式建筑研究发展现状

装配式建筑具有施工机械化程度高、保护环境等很多优势^[1],但是在中国尚处于发展初期,市场需求低。为推广装配式建筑发展,中国从国家到地方政府相继出台了一系列政策文件^[1-7]。在学术领域,推进装配式建筑发展的激励问题是学者的研究重点之一。如王志强等^[8]认为政府应从补贴额度、惩罚机制、宣传力度、开发成本4个方面着手来激励建设单位积极应用装配式建筑。李锦华等^[9]认为选择正确的激励方式、对供

给端进行严格的监管可以提高政策激励效率。金国辉等^[10]提出强化装配率、依托资源优势发展装配式建筑等激励策略,以促进我国中西部地区发展装配式建筑。齐宝库等^[11]以政府和项目业主的利益为切入点,设计装配式建筑政府补偿机制,阐述政府激励政策的机理。陈勇等^[12]认为政府的激励策略应倾向于技术研发和提供良好的研发环境,以提高企业的参与度。刘晓君等^[13]认为政府激励政策提高开发商的经济效益,是影响开发商开发意愿最重要的因素之一。刘树青等^[14]发现当建筑工业化发展到一定阶段,推动装配式建

收稿日期: 2019-12-06;修回日期: 2020-03-12

基金项目: 福建省科技重大专项资助项目(2019HZ07011-3);福建省级社科项目(FBJG20190147)

第一作者简介: 乔丽丽(1995—),女,天津人,硕士研究生,研究方向:工程项目管理。

通信作者: 陈群(1968—),女,福建福州人,教授,硕士,研究方向:项目管理。

筑发展的决定性因素由政府激励政策转向市场。单英华等^[15]认为政府的激励措施可减少机会主义行为,促进企业技术创新合作。

综上可知,对装配式建筑的推广研究多聚焦于供给端,针对需求端的研究相对有限。基于需求端的视角研究装配式建筑,有助于实现装配式建筑企业和项目的商业可持续,需求端对装配式产品和企业的选择决定了行业市场发展趋势,从而促使企业提升产品质量和服务等水平。因此,有必要针对需求端进行激励研究,促使需求端在装配式建筑的推广中更好地发挥作用。

2 政府与消费者间的演化博弈分析

2.1 基本假设

(1) 假设博弈双方为政府和消费者群体。政府制定激励政策引导消费者的购买行为,达到推广装配式建筑的目标,消费者会对政府的引导进行一定程度的响应;假定 n 个消费者中有 $i(i=1, 2, \dots, n)$ 个消费者对政府的激励政策做出反应。

(2) 假设建筑的生产方式只有 2 种,现场浇筑或者工厂预制的装配式。消费者的购买选择有 2 种,传统现浇建筑或者装配式建筑。政府对消费者购买装配式建筑的行为有 2 种政策选择,实施激励政策或者不实施激励政策。

(3) 假设博弈双方中的政府为完全理性决策主体,以推广装配式建筑为决策目标;而消费者为有限理性决策主体,需要经过不断思考、调整的过程,最终实现博弈平衡。

(4) 假设消费者受利益驱动会欺骗政府。

2.2 模型构建

根据上述假设,设定 γ 为消费者购买装配式建筑的概率,购买传统建筑的概率为 $(1 - \gamma)$;假设政府实施激励政策的概率为 θ ,不实施激励政策的概率为 $(1 - \theta)$; m_0 为政府没有实施激励政策时的收益; m_1 为政府没有对消费者实施激励政策但消费者主动购买装配式建筑而给政府带来的社会收益,如不可再生资源的减少使用、环境的改善、建筑质量提高进而后期对建筑的维护费用降低等; m_2 为政府推行激励政策的成本,如政府对政策的研讨、修订、宣传以及推行成本; m_3 为政府实施激励政策且消费者购买装配式建筑时政府带给消费者的收益; m_4 为政府实施激励政策并且消费者购买装配式建筑时政府获得的收益,如政府

公信力的提升等; n_0 为消费者购买传统建筑获得的收益; n_1 为消费者购买装配式建筑比传统建筑多付出的成本; n_2 为消费者移用政府给予购买装配式建筑的经济补贴而获得的收益,实质上并没有购买装配式建筑。假定上述参数均大于 0。

综上可得,政府实施激励政策情况下,消费者购买装配式建筑时政府获得的收益为 $(m_0 - m_2 - m_3 + m_4)$,消费者获得的收益为 $(n_0 - n_1 + m_3)$;消费者购买传统建筑时政府所获收益为 $(m_0 - m_2)$,消费者所获收益为 $(n_0 + n_2)$ 。政府不实施激励政策情况下,消费者购买装配式建筑时政府获得的收益为 $(m_0 + m_1)$,消费者获得的收益为 $(n_0 - n_1)$;消费者购买传统建筑时政府所获收益为 m_0 ,消费者所获收益为 n_0 。

2.3 演化博弈模型分析

2.3.1 政府的期望收益分析

政府实施激励政策的期望收益 $E(\theta_1)$:

$$E(\theta_1) = \gamma(m_0 - m_2 - m_3 + m_4) + (1 - \gamma)(m_0 - m_2) \quad (1)$$

政府不实施激励政策的期望收益 $E(\theta_2)$:

$$E(\theta_2) = \gamma(m_0 + m_1) + (1 - \gamma)m_0 \quad (2)$$

政府选择实施和不实施激励政策的平均期望收益 $\bar{E}(\theta)$:

$$\bar{E}(\theta) = \theta \cdot E(\theta_1) + (1 - \theta) \cdot E(\theta_2) = \gamma\theta(m_4 - m_1 - m_3) + \gamma m_1 + m_0 - \theta m_2 \quad (3)$$

根据式(1)和式(3)可得政府的复制动态方程:

$$F(\theta) = \frac{d\theta}{dt} = \theta[E(\theta_1) - \bar{E}(\theta)] = \theta(1 - \theta)[\gamma(m_4 - m_1 - m_3) - m_2] \quad (4)$$

若 $\gamma^* = \frac{m_2}{m_4 - m_1 - m_3}$, 则任取 θ , 恒有 $F(\theta) = 0$, 表明所有的 θ 均处于稳定状态,即消费者购买装配式建筑的概率达到 $\gamma^* = \frac{m_2}{m_4 - m_1 - m_3}$ 时,无论政府实施激励策略还是不实施激励策略,政府获得的收益不会改变。

若 $\gamma^* \neq \frac{m_2}{m_4 - m_1 - m_3}$, 令 $F(\theta) = 0$, 可得 $\theta_1^* = 0$ 和 $\theta_2^* = 1$ 两个稳定点,对式(4)进行求导可得: $\frac{\partial F(\theta)}{\partial \theta} = (1 - 2\theta)[\gamma(m_4 - m_1 - m_3) -$

$m_2]$ 。根据演化稳定策略, $\frac{\partial F(\theta)}{\partial \theta} < 0$ 时式(4)

有均衡解。当 $\gamma > \gamma^*$ 时, $F'(0) > 0, F'(1) < 0$, $\theta_2^* = 1$ 是政府的均衡点, 政府选择实施激励政策并获得了显著成效, 消费者购买装配式建筑的热情高涨; 当 $\gamma < \gamma^*$ 时, $F'(0) < 0, F'(1) > 0$, $\theta_1^* = 0$ 是演化稳定策略, 即政府制定的激励政策没有起到促进消费者购买装配式建筑的效果, 或者没有实施激励政策, 消费者依然购买传统建筑, 对装配式建筑没有购买欲望。

2.3.2 消费者的期望收益分析

消费者购买装配式建筑的期望收益 $E(\gamma_1)$:

$$E(\gamma_1) = \theta(n_0 - n_1 + m_3) + (1 - \theta)(n_0 - n_1) \quad (5)$$

消费者购买传统建筑的期望收益 $E(\gamma_2)$:

$$E(\gamma_2) = \theta(n_0 + n_2) + (1 - \theta) \cdot n_0 \quad (6)$$

消费者选择购买装配式建筑 and 传统建筑的平均期望收益 $\bar{E}(\gamma)$:

$$\bar{E}(\gamma) = \gamma \cdot E(\gamma_1) + (1 - \gamma) \cdot E(\gamma_2) = n_0 + \gamma(\theta m_3 - n_1) + (1 - \gamma)\theta n_2 \quad (7)$$

根据式(5)和式(7)可得消费者的复制动态方程:

$$F(\gamma) = \frac{d\gamma}{dt} = \gamma[E(\gamma_1) - \bar{E}(\gamma)] = \gamma(1 - \gamma)(\theta m_3 - n_1 - \theta n_2) \quad (8)$$

若 $\theta^* = \frac{n_1 + \theta n_2}{m_3}$, 则任取 γ , 恒有 $F(\gamma) = 0$,

表明所有的 γ 均处于稳定状态, 即政府实施激励政策的概率达到 $\theta^* = \frac{n_1 + \theta n_2}{m_3}$ 时, 消费者购买装配式建筑的比例稳定, 无论消费者购买装配式建筑还是购买传统建筑, 消费者的收益不会改变。

若 $\theta^* \neq \frac{n_1 + \theta n_2}{m_3}$, 令 $F(\gamma) = 0$, 可得 $\gamma_1^* = 0$ 和 $\gamma_2^* = 1$ 两个稳定点, 对式(8)进行求导可得: $\frac{\partial F(\gamma)}{\partial \gamma} = (1 - 2\gamma)(\theta m_3 - n_1 - \theta n_2)$ 。根据演化稳

定策略, $\frac{\partial F(\gamma)}{\partial \gamma} < 0$ 时式(8)有均衡解。当 $\theta > \theta^*$ 时, $F'(0) > 0, F'(1) < 0, \gamma_2^* = 1$ 是消费者的均衡点, 即消费者选择购买装配式建筑, 政府实施的激励政策取得成效; 当 $\theta < \theta^*$ 时, $F'(0) < 0, F'(1) > 0, \gamma_1^* = 0$ 是演化稳定策略, 消费者选择购买传统建筑, 即政府制定的激励政策没有起到促进消费者购买装配式建筑的效果, 消费者依然购买传统建筑, 不愿意购买装配式建筑。

根据式(4)和式(8), 可以求得该演化系统的五个均衡点: $(0, 0), (0, 1), (1, 0), (1, 1), (\frac{n_1 + \theta n_2}{m_3}, \frac{m_2}{m_4 - m_1 - m_3})$ 。

2.3.3 政府与消费者博弈演化路径分析

基于 Friedman 提出的方法, 通过 Jacobi 矩阵可以得出均衡点的稳定性^[16], 对式(4)和式(8)分别关于 θ 和 γ 求偏导, 可得 Jacobi 矩阵为:

$$J = \begin{bmatrix} (1 - 2\theta)[\gamma(m_4 - m_1 - m_3) - m_2] & \theta(1 - \theta)(m_4 - m_1 - m_3) \\ \gamma(1 - \gamma)(m_3 - m_2) & (1 - 2\gamma)(\theta m_3 - n_1 - \theta n_2) \end{bmatrix}$$

然后求出矩阵的行列式和迹并分析均衡点的稳定性, 具体分析结果见表 1。

当均衡点满足矩阵的行列式大于 0 且迹小于 0 的条件时, 该均衡点为稳定点, 稳定点对应的策略为演化博弈稳定策略^[17], 故点 $(0, 0)$ 和点 $(1, 1)$ 为该演化系统的两个稳定点, 即(不实施激励政策, 购买传统建筑)以及(实施激励政策, 购买装配式建筑)。演化系统的不稳定点为 $(0, 1)$ 和 $(1, 0)$, 鞍点为 $(\frac{n_1 + \theta n_2}{m_3}, \frac{m_2}{m_4 - m_1 - m_3})$ 。政府与消费者博弈过程中, 消费者购买传统建筑获得

的收益一般大于购买装配式建筑多付出的成本; 政府实施激励政策时消费者购买装配式建筑获得的收益大于政府不实施激励政策; 政府推行激励政策的成本一般小于所获收益; 假设消费者主动购买装配式建筑给政府带来的收益 m_1 、政府的推行成本 m_2 与政府实施激励政策且消费者购买装配式建筑时政府带给消费者的收益 m_3 这三者间互不相关。消费者购买装配式建筑的概率 γ 、政府实施激励政策的概率 θ 均取 0 到 1 之间。政府和消费者之间的博弈演化趋势如图 1 所示。

表 1 各均衡点的稳定性
Tab.1 Stability of each equilibrium point

均衡点	行列式的值	行列式的符号	迹的值	迹的符号	稳定性
(0,0)	$m_2 \cdot n_1$	+	$-m_2 - n_1$	-	ESS
(0,1)	$-n_1(m_1 + m_2 + m_3 - m_4)$	+	$m_4 - m_2 - m_3 - m_1 + n_1$	+	不稳定
(1,0)	$-m_2(n_1 - m_3 + n_2)$	+	$m_2 + m_3 - n_1 - n_2$	+	不稳定
(1,1)	$(n_1 - m_3 + n_2)(m_1 + m_2 + m_3 - m_4)$	+	$m_1 + m_2 - m_4 + n_1 + n_2$	-	ESS
$(\frac{n_1 + \theta n_2}{m_3}, \frac{m_2}{m_4 - m_1 - m_3})$	$m_2 \cdot n_1 (\frac{n_1}{m_3 - n_2} - 1) (\frac{m_2}{m_1 + m_3 - m_4} + 1) -$ $(\frac{2n_1}{m_3 - n_2} - 1) (\frac{2m_2}{m_1 + m_3 - m_4} + 1)$ $(n_1 - \frac{m_3 \cdot n_1}{m_3 - n_2} + \frac{n_1 \cdot n_2}{m_3 - n_2})$ $(m_2 - \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_3 - m_4} - \frac{m_2 \cdot m_3}{m_1 + m_3 - m_4} +$ $\frac{m_2 \cdot m_4}{m_1 + m_3 - m_4})$	-	0	0	鞍点

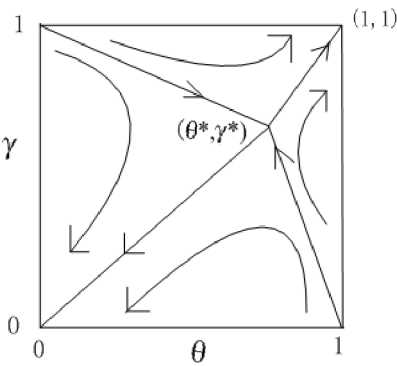


图 1 政府与消费者博弈演化趋势图

Fig.1 Evolution trend of the game between the government and consumers

2.4 演化博弈结果分析

据图 1 所示,演化博弈结果随 θ^* 和 γ^* 取值的改变而改变,最终向点 (0,0) 或点 (1,1) 收敛。政府实施激励政策,消费者可能购买装配式建筑,也可能购买传统建筑。鞍点与两坐标轴所围面积越小,收敛到均衡点 (0,0) 的概率就较小,消费者购买传统建筑的可能性降低;相应地,收敛到均衡点 (1,1) 的概率就较大,消费者更愿意购买装配式建筑。因此,要使激励政策起到促进消

费者购买装配式建筑的作用,应该减小 θ^* 和 γ^* 的取值,具体措施如下:(1) 政府加大宣传力度,加深消费者对装配式建筑的了解,即降低消费者购买装配式建筑比传统建筑多付出的成本 n_1 ,使得 θ^* 减小,政府制定的激励政策起到效果;(2) 政府对购买装配式建筑的消费者给予更多优惠政策,即增大消费者购买装配式建筑时政府带给消费者的收益 m_3 的取值,使得 θ^* 减小,消费者购买传统建筑的可能性降低,增加装配式建筑的购买需求;(3) 鼓励更多的企业进入市场,利用市场调节,减少政府宣传及推行政策的成本,同时促使企业为消费者提供优质的产品和服务,即降低政府推行激励政策的成本 m_2 ,使得 γ^* 减小,增大消费者购买装配式建筑时政府带给消费者的收益 m_3 ,使得 θ^* 减小,消费者趋向于购买装配式建筑,政府的激励政策达到目标效果。

3 装配式建筑激励政策建议

1) 提高公众意识。通过电视、网络等媒体或者开展讲座活动、出版专业书籍,加大对装配式建筑的宣传,增强公众对装配式建筑的认识,消除公众对装配式建筑的质量担忧,使公众认识到装配式建筑的优势,促进消费者主动购买装配式建筑。

2) 进行多元化激励。政府可直接给予购买装配式建筑的消费者货币补贴,降低房款支付总价或者减少首付金额。在贷款方面,鼓励金融机构优先配置信贷资源、简化审批手续、降低贷款利率、增加贷款额度、放宽贷款限制条件、延长贷款年限等。对于使用住房公积金贷款购买装配式商品房的消费者,可采取住房公积金优先放贷、降低住房公积金贷款首付比例、上浮公积金贷款额度等激励措施。此外,政府还可以进行声誉激励等精神激励,比如颁发荣誉证书、授予光荣称号等,肯定消费者行为,让消费者感到自己做了一件有意义的事情,满足消费者实现自我价值的需求,进而呼吁更多公众购买装配式建筑。

3) 完善配套设施。公开装配式建筑的材料费用,以便控制装配式建筑的建造成本,减少地产开发商的投资负担,激励开发商建设装配式建筑,为消费者提供更多的优质产品选择。此外,还可提供企业技术研发资金补助、优先推荐装配式建筑参与评奖评优、加强用地保障、减免用于建造装配式建筑的新型材料的增值税征收、保障超大构件物流运输。同时建立从部品构件生产到施工验收的全过程质量保障体系,落实装配式建筑各方质量安全主体责任,以便政府监督开发商,确保装配式建筑达到质量要求,而企业自身也需建立专业化队伍来保证建筑质量。并鼓励采用菜单式全装修,满足消费者的个性化需求。

参考文献:

- [1] 薛茹,王新渊,史科.基于建筑信息建模技术的装配式建筑施工问题及对策分析[J].工业建筑,2018,48(11):207-210.
- [2] 国务院办公厅.国务院办公厅关于大力发展装配式建筑的指导意见[EB/OL].http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-09/30/content_5114118.htm.
- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部.住房和城乡建设部关于印发《“十三五”装配式建筑行动方案》《装配式建筑示范城市管理办法》《装配式建筑产业基地管理办法》的通知[EB/OL].http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/201703/t20170327_231283.html.
- [4] 中华人民共和国住房和城乡建设部.住房和城乡建设部关于发布国家标准《装配式建筑评价标准》的公告[EB/OL].http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/201801/t20180122_234899.htm.
- [5] 福建省人民政府办公厅.福建省人民政府办公厅关于大力发展装配式建筑的实施意见[EB/OL].http://www.fujian.gov.cn/zc/zfxgk/gkml/jgzz/gtzyxjs/201706/t20170608_1180184.htm.
- [6] 福建省住房和城乡建设厅.关于印发《福建省建筑业“十三五”发展规划》和《福建省装配式建筑“十三五”专项规划》的通知[EB/OL].http://zjt.fujian.gov.cn/hygl/jzy/wjhb_2728/201606/t20160608_2907242.htm.
- [7] 福建省住房和城乡建设厅.关于印发《2019年福建省装配式建筑工作要点》的通知[EB/OL].http://zjt.fujian.gov.cn/xgk/zfxgkz/xgkml/dfxgzfzghgfwj/jzsc/201903/t20190306_4779454.htm.
- [8] 王志强,张樵民,有维宝.装配式建筑政府激励策略的演化博弈与仿真研究:基于政府补贴视角下[J].系统工程,2019,37(3):151-158.
- [9] 李锦华,李雪强,李涵,等.供需理论视角下装配式建筑激励政策质性研究[J].工程管理学报,2019,33(5):13-18.
- [10] 金国辉,齐丽媛,翟耀飞.我国中西部地区装配式建筑激励策略研究[J].科技促进发展,2018(9):887-893.
- [11] 齐宝库,靳林超,王丹,等.基于博弈论的装配式建筑政府补偿机制设计研究[J].建筑技术,2017,48(8):835-837.
- [12] 陈勇,李忠富.装配式建筑企业技术研发与政府激励的演化博弈研究[J/OL].工程管理学报:1-6[2020-03-12].<https://doi.org/10.13991/j.cnki.jem.2020.01.003>.
- [13] 刘晓君,李丹丹.装配式建筑开发意愿的影响因素及作用机理研究[J].建筑经济,2019,40(7):53-57.
- [14] 刘树青,张钱,李逸静,等.装配式混凝土建筑发展的策略选择[J].工程管理学报,2018,32(5):30-34.
- [15] 单英华,李忠富.基于演化博弈的住宅建筑企业技术创新机理[J].系统管理学报,2015,24(5):673-681.
- [16] 汤洪霞,曹吉鸣,徐松鹤,等.综合设施管理组织 BIM 应用合作行为的演化博弈分析[J/OL].工业工程与管理:1-8[2019-11-27].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/31.1738.T.20191028.1602.004.html>.
- [17] 梁秀峰,张飞涟,颜红艳.基于演化博弈的 PPP 项目绩效支付机制仿真与优化[J/OL].中国管理科学:1-12[2020-03-12].<https://doi.org/10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2018.0434>.