

基于SD模型的装配式住宅 政府激励机制博弈研究

王志强^{1,2},赵婷婷¹,刘硕¹

(1. 青岛理工大学管理工程学院, 山东 青岛 266520;

2. 智慧城市建设管理研究中心(新型智库), 山东 青岛 266520)

摘要:有效的政府激励机制有利于推动我国装配式住宅市场的发展。为推广装配式住宅,构建了政府-消费者群体的演化博弈模型,并在此基础上运用系统动力学理论对模型进行了仿真分析,结论表明:政府补贴力度、推广力度、惩罚力度的大小影响着消费者购买装配式住宅比例的高低。最后,建议政府应通过适当设置补贴额度、合理宣传推广、适当加大惩罚力度等措施来推动装配式住宅的发展。

关键词:装配式住宅;演化博弈;系统动力学;经济激励

中图分类号:F202

文献标志码:A

装配式住宅对于建筑行业的健康发展、升级转型起着积极的促进作用,其既能体现住宅的高品质和高性能、降低住宅的建设成本,在生产效率、建设周期等方面也大大优于传统住宅,具有巨大的环境潜能^[1]。装配式住宅因其施工效率高、节能减耗大,成为我国住宅市场重点研究和发展的领域。

目前,纵观全球装配式住宅市场,欧美地区占比最大,其次是亚洲地区。我国装配式住宅起步较晚,为推动其快速发展、缓解住房市场带来的环保问题,2018年,住房和城乡建设部出台了《装配式住宅建筑设计标准》,这是我国第一部有关装配式住宅设计类的指导文件,此文件能够推进并规范装配式住宅市场,改变并调节各地区建设水平不平衡的状态,最终促进整个住宅市场向规模化方向发展^[2]。在我国政策的极力推动下,各省市开始大力推广装配式住宅。截至目前,许多

城市在土地的招拍挂环节明确规定了装配式建筑的占比,全国各地均已积极开展多个装配式住宅建设试点,例如:青岛市已分别在黄岛区、城阳区开展试点^[3],其中,黄岛区拍卖出让地块的规划指标已明确规定出让土地中居住部分的装配式建筑所占比例必须达到30%、其单体装配率不低于50%等要求。政府的支持对装配式住宅推广发展的影响意义重大,是解决市场失灵问题的关键要素,同时,政府也能从中获得环境、经济等综合收益。因此,政府大力扶持装配式住宅建设,强化激励政策,是提高装配式住宅市场占有率的重中之重,也是推动装配式住宅市场长远发展的关键。

纵观已有研究,国内外学者对装配式住宅已展开了较为充分的探讨,Blismas N等^[4]通过统计发现瑞典装配式预制构件的使用率已达到较高水平,新建住宅中,装配式住宅比

例达到80%,且在发达地区,装配式住宅已经具备了商品化的特点;Koklic M K等^[5]从消费者角度出发,建立了战略决策的概念模型,并通过装配式住宅买卖进行实证分析,发现市场推广已经成为其普及的重要手段,市场推动成为未来装配式住宅发展不可忽略的因素之一。在对装配式住宅的政府激励研究方面,洪开荣等^[6]通过建立政府和房地产企业的委托代理模型研究了住宅产业化的激励策略;郭捷楠等^[7]运用博弈论对住宅产业化过程中政府-开发商的行为进行了分析。也有不少学者将激励政策研究与系统动力学相结合,王志强等^[8]基于政府补贴政策运用博弈论和系统动力学(System Dynamics,SD)模型构建了政府-建设单位的仿真模型;祁神军等^[9]构建了住宅产业化激励政策系统动力学模型并进行了分析研究;万克淑^[10]从系统动力学角度对我国住宅产业化政策进行了分析,认为应引导消费市场,进而带动我国住宅产业化发展;王成军等^[11]、王志强等^[12]运用系统动力学模型建立了装配式住宅市场仿真模型,并通过实例分析得出了税收优惠对装配式住宅市场的激励最为明显的结论。

基于以上研究,笔者借助演化博弈论对政府与消费者的行为进行演化分析,并以Vensim PLE软件为仿真工具,依据系统动力学模型构建仿真模型,通过改变模型中的补贴额度、宣传成本、惩罚力度来进行仿真分析,以期政府采取激励措施推广装配式住宅提供参考依据。

一、演化博弈模型构建与分析

1. 模型假设

政府部门和消费者群体的行为策略选择是一个相互作用的演化博弈过程。基于演化博弈论,笔者提出如下假设。

假设1:博弈中有两个博弈群体——政府、消费者,双方都具有有限理性。这两个博弈群体并不能一开始就找到最优策略,需要相互学习、调整,根据自身利益进行动态调

整,最终达到博弈均衡^[13]。

假设2:政府采用激励政策的概率为 x ,不采用激励政策的概率为 $1-x$;消费者选择购买装配式住宅的概率为 y ,购买传统建筑的概率为 $1-y$ 。

2. 模型构建

基于以上假设,得到政府-消费者的演化博弈模型(见图1)。

	购买装配式住宅 y	购买传统建筑 (1-y)
采取激励政策 x	$\begin{pmatrix} A_1+A_3-C_1-C_2 \\ B_1+B_2+C_1-C_3 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} A_1-C_2+C_4 \\ B_1-C_4 \end{pmatrix}$
不采取激励政策 (1-x)	$\begin{pmatrix} A_1+A_2 \\ B_1+B_2-C_3 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} A_1 \\ B_1 \end{pmatrix}$

图1 政府-消费者演化博弈模型

其中, A_1 为政府不实行激励政策时的收益; A_2 为政府不实行激励政策而消费者仍然选择购买装配式住宅时,政府获得的额外收益; A_3 为政府实行激励政策且消费者选择购买装配式住宅时,政府的额外收益; B_1 为消费者选择购买传统建筑时的收益; B_2 为消费者选择购买装配式住宅时的额外无形收益(如节能环保、安全、舒适度高); C_1 为消费者选择购买装配式住宅时,政府的补贴额度; C_2 为政府选择激励策略时,所付出的相关政策推广等成本; C_3 为购房者参与购置装配式住宅比购买传统建筑多付出的成本^[14]; C_4 为消费者选择购买传统建筑而产生的环境污染、资源浪费等额外成本。

根据实际情况,上述变量的大小关系应该满足 $A_3-A_2 \geq C_1+C_2, B_2+C_1 \geq C_3$ 。

3. 模型求解

(1) 政府方

政府选择激励策略的期望收益 U_{11} 、政府不实行激励策略的期望收益 U_{12} 、政府的平均期望收益 U_1 、政府复制动态方程 $F(x)$ 分别为

$$U_{11}=y(A_1+A_3-C_1-C_2)+(1-y)(A_1-C_2+C_4)=y(A_3-C_1-C_4)+(A_1-C_2+C_4)$$

(1)

$$U_{12}=y(A_1+A_2)+(1-y)A_1=yA_2+A_1$$

(2)

$$U_1=xU_{11}+(1-x)U_{12}$$

(3)

$$F(x) = \frac{dx}{dt} = x(U_{11} - U_1) = x(1-x)(U_{11} - U_{12}) = x(1-x)[y(A_3 - A_2 - C_1 - C_4) - C_2 + C_4] \quad (4)$$

(2) 消费者方

消费者选择购买装配式住宅的期望收益 U_{21} 、消费者选择购买传统建筑的期望收益 U_{22} 、消费者平均期望收益 U_2 以及消费者复制动态方程 $F(y)$ 分别为

$$U_{21} = x(B_1 + B_2 + C_1 - C_3) + (1-x)(B_1 + B_2 - C_3) = xC_1 + (B_1 + B_2 - C_3) \quad (5)$$

$$U_{22} = x(B_1 - C_4) + (1-x)B_1 = -xC_4 + B_1 \quad (6)$$

$$U_2 = yU_{21} + (1-y)U_{22} \quad (7)$$

$$F(y) = \frac{dy}{dt} = y(U_{21} - U_2) = y(1-y)(U_{21} - U_{22}) = y(1-y)[x(C_1 + C_4) + (B_2 - C_3)] \quad (8)$$

4. 稳定性分析

(1) 政府稳定性分析

由式(4)可知,政府的复制动态方程为 $F(x) = x(1-x)[y(A_3 - A_2 - C_1 - C_4) - C_2 + C_4]$ 。根据复制动态方程的稳定性定理和演化稳定策略的性质, x 为演化稳定策略时满足 $F(x) = 0, F'(x) < 0$ 。令 $F(x) = 0$, 由此可解得 $x_1^* = 0, x_2^* = 1, y^* = \frac{C_2 - C_4}{A_3 - A_2 - C_1 - C_4}$ 。

如果 $y = \frac{C_2 - C_4}{A_3 - A_2 - C_1 - C_4}$, 则 $F(x) = 0$, 此时所有 x 值均处于稳定状态。

如果 $y \neq \frac{C_2 - C_4}{A_3 - A_2 - C_1 - C_4}$, 则有以下两种情况:

①若 $y > \frac{C_2 - C_4}{A_3 - A_2 - C_1 - C_4}$, 则 $F(0) = 0, F'(0) > 0, F(1) = 0, F'(1) < 0$, 因此, $x_2^* = 1$ 是均衡点;

②若 $y < \frac{C_2 - C_4}{A_3 - A_2 - C_1 - C_4}$, 则 $F(0) = 0, F'(0) < 0, F(1) = 0, F'(1) > 0$, 因此, $x_1^* = 0$ 是均衡点。

(2) 消费者稳定性分析

由式(8)可知,消费者的复制动态方程

为 $F(y) = y(1-y)[x(C_1 + C_4) + (B_2 - C_3)]$ 。同理, y 为演化稳定策略时满足 $F(y) = 0, F'(y) < 0$ 。令 $F(y) = 0$, 由此可解得 $y_1^* = 0, y_2^* = 1, x^* = \frac{C_3 - B_2}{C_1 + C_4}$ 。

如果 $x = \frac{C_3 - B_2}{C_1 + C_4}$, 则 $F(y) = 0$, 此时所有 y 值均处于稳定状态。

如果 $x \neq \frac{C_3 - B_2}{C_1 + C_4}$, 则有以下两种情况:

①若 $x > \frac{C_3 - B_2}{C_1 + C_4}$, 则 $F(0) = 0, F'(0) > 0, F(1) = 0, F'(1) < 0$, 因此 $y_2^* = 1$ 是均衡点;

②若 $x < \frac{C_3 - B_2}{C_1 + C_4}$, 则 $F(0) = 0, F'(0) < 0, F(1) = 0, F'(1) > 0$, 因此 $y_1^* = 0$ 是均衡点。

基于以上分析,政府和消费者的博弈演化趋势如图2所示。

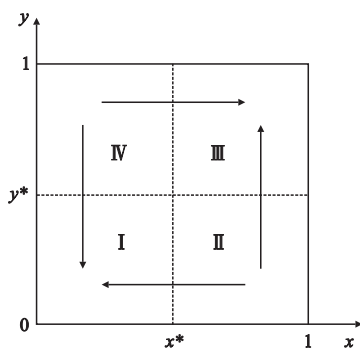


图2 双方博弈演化相位图

初始状态在区域Ⅲ内时,系统最终趋向于帕累托最优(1,1),也就是(激励,购买装配式住宅);同理,初始状态在区域Ⅰ内则趋向于(0,0),即(不激励,购买传统建筑);初始状态在区域Ⅱ、Ⅳ内时,系统演化的方向无法确定,最终取决于各方的利益。目前,装配式住宅市场还处在推广发展阶段,消费者对装配式住宅的了解程度不深,正处于徘徊观望期,购买积极性不高,因此,政府部门与消费者群体之间的博弈过程仍然比较缓慢。

通过对政府部门和消费者群体之间进行演化博弈分析,得到系统现有条件下的稳定

均衡点,但结果较为简单,每项参数指标变化对系统稳定性的影响还不明确。因此,笔者在此基础上运用系统动力学模型进一步剖析政府和消费者双方的演化情况,确定影响因素,以期为进一步推进装配式住宅市场发展提供参考依据。

二、SD 模型仿真与分析

1. 系统动力学博弈仿真模型构建

通过分析和假设,笔者运用 Vensim PLE 软件建立了政府和消费者之间的系统动力学演化博弈仿真模型(见图3)。

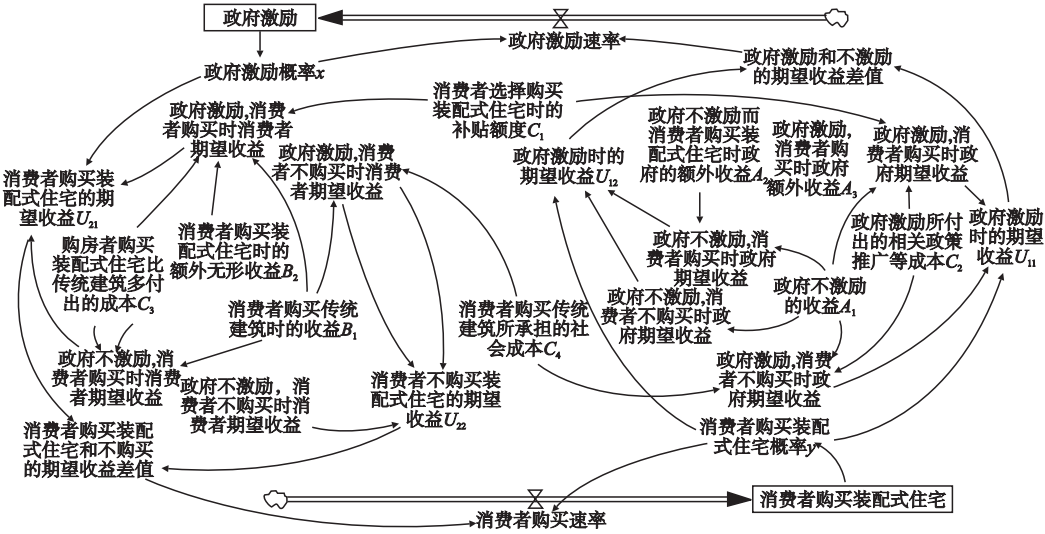


图3 政府和消费者的系统动力学博弈模型

模型中主要有2个流位变量,2个流率变量,9个外部变量以及16个中间变量。其中,2个流位变量分别为政府激励和消费者购买装配式住宅,2个流率变量分别为政府激励速率和消费者购买速率,9个外部变量与图1中博弈矩阵的9个参数相对应。

2. 仿真分析

模型初始值假设:设置仿真起始时间为 INITIAL TIME = 0, 仿真结束时间 FINAL TIME = 750, 仿真步长 TIME STEP =

0.007 812 5, 时间单位为 d。根据实验需要规定初始值为: $A_1 = 8.0, A_2 = 1.0, A_3 = 6.0, B_1 = 10.0, B_2 = 1.0, C_1 = 3.0, C_2 = 1.5, C_3 = 4.0, C_4 = 1.0$, 并满足条件 $A_3 - A_2 \geq C_1 + C_2, B_2 + C_1 \geq C_3$ 。根据以上赋值,研究政府和消费者双方初始概率的变化情况。博弈双方初始均采用纳什均衡时的纯策略组合,为 $\lambda_1 = (0, 0), \lambda_2 = (1, 0), \lambda_3 = (0, 1), \lambda_4 = (1, 1), \lambda_5 = (0.75, 0.50)$, 各策略组合的博弈演化过程如图4所示。

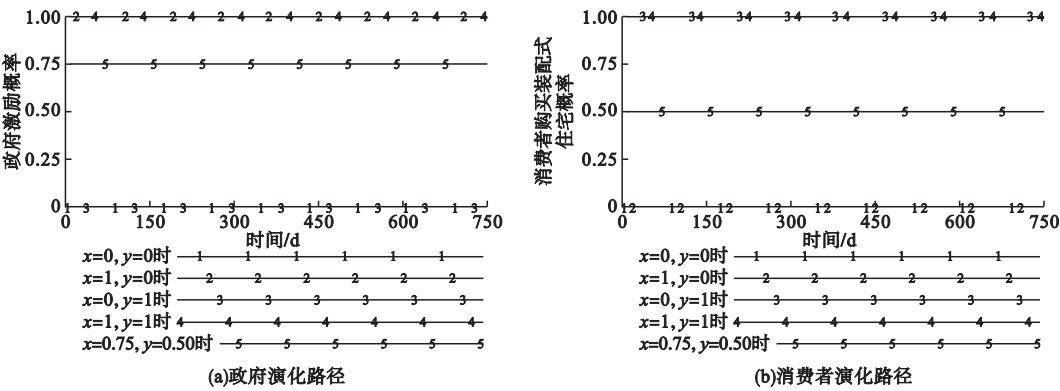


图4 双方初始值均为初始状态时的演化过程

λ_1 为当政府选择不激励时,消费者根据自身利益选择的最优策略不是购买装配式住

宅,而是购买传统住宅; λ_4 为当政府选择激励时,消费者的最优策略是购买装配式住宅; λ_2 为当政府选择激励时,消费者会从自身利益出发,认为最优策略是购买传统住宅;而 λ_3 为当政府选定不激励时,消费者的最优策略反而是购买装配式住宅。可以说,即使某一方(消费者或政府)处于劣势地位,也没有群体会选择学习新的策略,最终致使双方均处于稳定状态。

由图 4 可以看出,双方在初始时演化过程均是直线,说明此时处于均衡状态,但如果其中的一方或双方有细微的变化,这种均衡状态便会被打破。因此,为探究纯策略的稳定性,假设 $x = 1, y = 0.01$, 即初始时,政府必定选择激励、消费者仅有 1% 的概率选择购买装配式住宅,其博弈演化过程如图 5 所示。

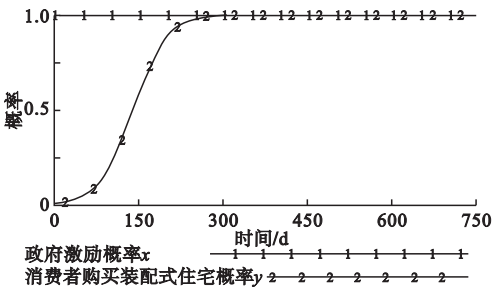


图 5 $x = 1, y = 0.01$ 时双方的演化过程

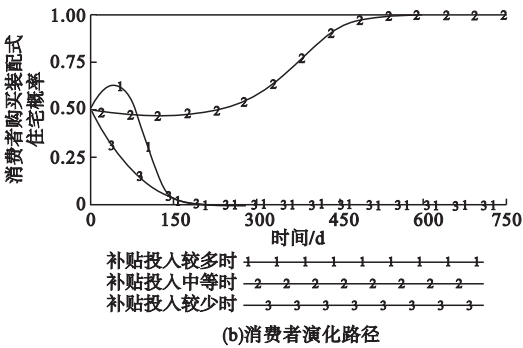
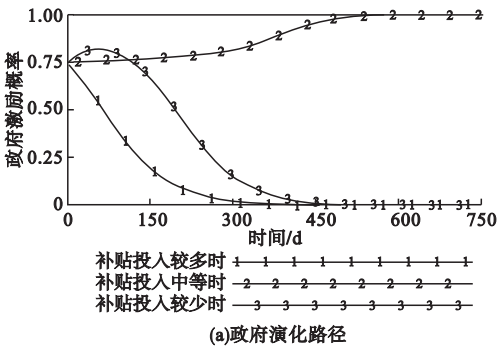


图 6 补贴力度变化时双方的演化过程

由图 6 可知,补贴力度发生变化时系统的演化方向不确定,补贴过少或过多都会导致系统最终趋于(0,0)。只有政府设置合适的补贴额度而双方都能接受时,系统的演化最终才会选择收敛于(1,1),达到帕累托最优。

由图 5 可知,当政府选择激励策略时,初始时消费者购买装配式住宅的意愿很低(仅有 1%),但是由于政府的激励策略作用,消费者会逐渐趋向于使利益最大化的新策略,即购买装配式住宅(100%),最终使整个系统达到新的均衡状态 λ_4 。

各均衡点能否达到稳定状态的关键在于外生变量,因此,要通过不同外生参数的变化进一步研究政府和消费者策略选择的演化情况。通过上述仿真分析可知初始稳定概率为(0.75,0.50),因此,选定此概率参数并选取 3 个主要外生参数——政府的补贴力度 C_1 、推广力度 C_2 和消费者所承担的社会成本 C_4 ——来进行分析。

(1) 补贴力度对主体策略产生影响的演化分析

笔者通过调整政府补贴成本 C_1 的大小,分析政府不同的补贴力度对消费者购买装配式住宅的影响。根据相关分析和系统动力学相关理论的赋值方法及有关实验依据,补贴成本 C_1 应以初始赋值为基准进行上下浮动调整,因此,设置补贴成本 C_1 从 3.0 减少到 2.0 和 2.8,以及将 C_1 从 3.0 增加到 4.0,即 $C_1 - 33.3\%$, $C_1 - 6.7\%$, $C_1 + 33.3\%$, 分别表示补贴投入较少、补贴投入中等和补贴投入较多,其对应的演化过程如图 6 所示。

当补贴投入较少时,政府选择激励的概率在演化初始阶段略有上升,政府更愿意付出较少的补贴成本去获得最大的收益,但是由于补贴少,消费者购买装配式住宅的意愿不高,使得政府采取激励策略的积极性也逐

渐降低,双方最终演化结果逐渐趋于 0。当补贴投入较多时,在消费者演化路径中,初始阶段有上升趋势,这是因为补贴额度高,消费者出于自身利益,更愿意选择购买补贴额度高的装配式住宅,而政府却因补贴额度过高而无法承受,积极性逐渐降低,因此使得消费者购买装配式住宅的积极性下降,最终双方的演化结果均趋于 0。

只有当补贴投入合适时,双方最终演化结果才会趋于 1。由图 6 可知,在消费者的演化路径中,最终趋于 1 的曲线在演化初始阶段略有下降,产生这种现象的原因是博弈过程中双方模仿、学习和调整的速度不同。政府设置的补贴额度在其承受范围内且收效良好,其实施激励策略的积极性也会逐渐增大,最终趋于 1;前期消费者选择购买比例下

降过程中,政府实施积极的激励策略会使消费者购买装配式住宅的意愿逐渐上升,最终系统的演化结果趋于(1,1)。

(2)推广力度对主体策略产生影响的演化分析

笔者通过调整政府推广成本 C_2 的大小,研究政府不同的宣传推广力度对消费者购买装配式住宅的影响。根据前文的分析和系统动力学相关分析理论的赋值方法及有关实验依据,推广成本 C_2 应以初始赋值为基准进行上下浮动调整,因此,设置推广成本 C_2 从 1.5 减少到 0.8 和 1.4,以及 C_2 从 1.5 增加到 2.2,即 $C_2 - 46.7\%$, $C_2 - 6.7\%$, $C_2 + 46.7\%$,分别表示推广力度较小、推广力度中等和推广力度较大,其对应的演化过程如图 7 所示。

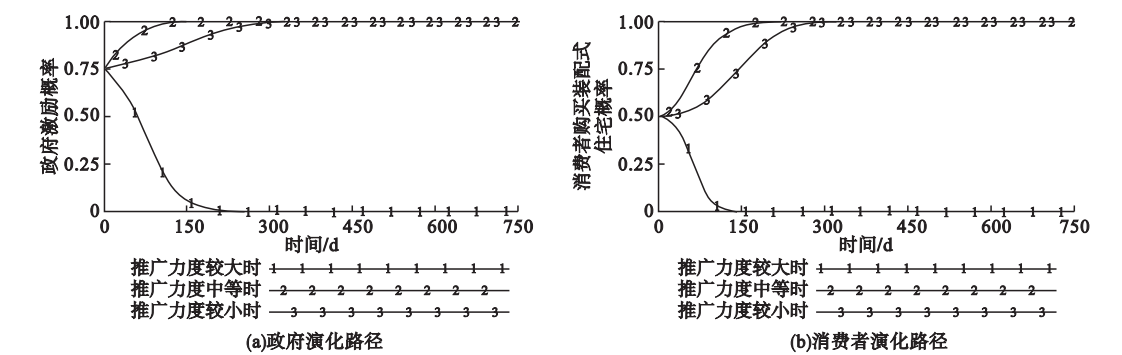


图 7 推广力度变化时双方的演化过程

由图 7 可知,当推广力度发生变化时,系统的演化方向不确定,推广力度过大会导致系统最终趋于(0,0),即政府不采取激励政策,消费者不购买装配式住宅。因此,政府应适当进行宣传推广,使消费者对装配式住宅市场有足够的了解以后选择购买装配式住宅,系统最终会收敛于(1,1),达到帕累托最优。

由仿真结果可知,当政府的推广力度由 0.8 增大到 1.4 时,消费者向购买装配式住宅方向演化的速度加快,这是因为政府积极地宣传推广装配式住宅,不断开拓市场,消费者对装配式住宅市场有了更加深入的了解,其购买装配式住宅的概率逐渐增大,直至达到帕累托最优。但推广力度从 1.4 增大到 2.0 时,高额的推广成本给政府带来很大的经济压力,政府进一步推广装配式住宅的积

极性降低,导致消费者的积极性也降低,最终推广力度过多,导致系统趋于(0,0)。

(3)惩罚力度对主体策略产生影响的演化分析

笔者通过调整惩罚力度的大小,即政府向消费者征收购买传统建筑引起的环境污染、资源浪费等所需承担的社会成本 C_4 ,来研究政府不同的惩罚力度对消费者购买装配式住宅的影响。根据相关分析和系统动力学相关理论的赋值方法及有关实验依据,惩罚力度应以初始赋值为基准进行上下浮动调整,因此,设置 C_4 从 1 减少到 0.3,以及将 C_4 从 1 增加到 1.1 和 1.7,即 $C_4 - 70.0\%$, $C_4 - 10.0\%$, $C_4 + 70.0\%$,分别表示惩罚力度小、惩罚力度中等和惩罚力度大,其演化过程如图 8 所示。

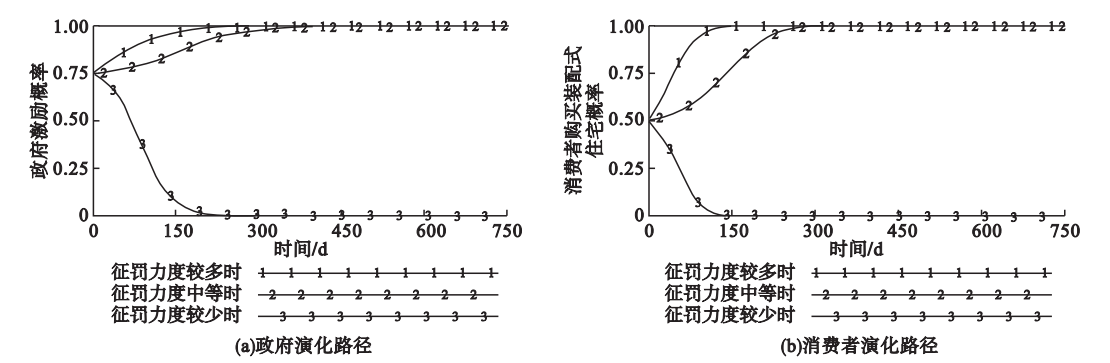


图8 惩罚力度变化时双方的演化过程

由图8可知,惩罚力度发生变化时系统的演化方向不确定,对消费者的惩罚力度过小时,消费者会选择更为划算的传统建筑,系统最终趋于(0,0)。因此,政府应适当提高对消费者购买传统建筑所造成的环境污染等社会成本的惩罚力度,这样消费者才会选择更为环保节约的装配式住宅,系统的演化最终才会收敛于(1,1),达到帕累托最优。

根据模拟结果可知,政府对消费者的惩罚力度由1.1增大到1.7时,消费者向购买装配式住宅方向演化的速度加快,这是因为政府对消费者购买传统建筑所造成的环境污染、资源浪费等问题加大了惩罚力度,消费者考虑自身利益,会选择更为安全环保的装配式住宅,最终双方达到帕累托最优。反之,惩罚力度由1.1减少到0.5时,消费者同样考虑自身利益,即使会受到惩罚,但只要在自身承受范围之内,最终会由于更为划算而选择传统住宅。

可见,消费者的策略选择很大程度上受到政府的影响,政府对消费者的行为起着引导作用。

三、政府激励行为相关建议

根据模型仿真分析结果,笔者对政府激励行为提出如下建议。

1. 设置合适的补贴额度

通过对补贴力度 C_1 变化引起的消费者行为变化进行仿真分析可知:政府补贴成本过高不仅不会达到预期的效果,反而会降低政府的积极性;而补贴过低,更多的消费者则趋向于更为划算的传统建筑,这两种情况均

不利于更好地推广装配式住宅。因此,政府应合理地设置补贴额度,并根据市场环境变化及时对补贴策略进行调整,既能保证消费者的利益不受损害,提升消费者购买装配式住宅的积极性,又能提高住宅环境质量。

2. 合理控制推广力度

通过对推广成本 C_2 变化引起的消费者行为进行仿真分析可知:推广成本过高会导致双方积极性降低,不利于更好地推广装配式住宅。政府应合理控制推广成本,积极做好相关宣传工作,形成良好的舆论,提高消费者对装配式住宅的认知,让装配式住宅更容易被市场接受,才能进一步推动装配式住宅市场的发展。

3. 适当提高惩罚力度

政府应建立合适的惩罚制度,适当加大消费者对能源浪费、碳排放等环境污染成本的承担力度,不仅能增强消费者的环保意识、提升消费者购买装配式住宅的意愿,还能间接提高政府增量收益 A_3 ,提高环境质量,达到住宅市场的节能减排目标,对政府营造“环境友好型、资源节约型”绿色发展氛围有积极的推动作用。

四、结 语

目前,装配式住宅还处于推广发展时期,政府部门和消费者群体之间还需要经历一个较长的博弈发展过程。笔者以政府和消费者为研究对象,建立了政府-消费者群体的系统动力学博弈仿真模型,以考察各激励政策的成效以及实施力度改变对装配式住宅需求的影响。研究发现:政府制定激励政策时应

结合地区装配式住宅发展的现状,因地制宜合理调整政策力度,促使消费者关注、购买装配式住宅,并参与到装配式住宅市场推广环节中,这样才能取得理想的成效,保证装配式住宅市场可持续发展。

参考文献:

[1] 李芊,张明帅. 装配式住宅环境效益量化评价研究:以乡村装配式住宅为例[J]. 建筑经济, 2018,39(3):92-98.

[2] 住房和城乡建设部.《装配式住宅建筑设计标准》发布[J]. 现代隧道技术,2017,54(6):157.

[3] 城阳区城市规划建设局. 青岛推广装配式建筑 力促建筑业升级发展[J]. 混凝土,2017(5):148.

[4] BLISMAS N, WAKEFIELD R, HAUSER B. Concrete prefabricated housing via advances in systems technologies: development of a technology roadmap [J]. Engineering construction & architectural management,2010, 17(1):99-110.

[5] KOKLIC M K, VIDA I. Consumer strategic decision making and choice process: prefabricated house purchase [J]. International journal of consumer studies, 2011, 35 (6): 634-643.

[6] 洪开荣,薛德晓. 我国住宅产业化技术创新的激励政策研究:基于委托代理的视角[J]. 建筑经济,2016,37(3):8-10.

[7] 郭捷楠,马玉丽,郝生跃. 保障性住房实施住宅产业化的激励机制研究[J]. 工程管理学报,2015,29(5):125-129.

[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] 祁神军,张云波,张涛军,等. 住宅产业化规模经济效益及宏观激励政策仿真研究[J]. 建筑经济,2013(7):89-92.

[10] 万克淑. 住宅产业化的推进政策分析:基于系统动力学视角[J]. 人民论坛,2011(5):162-163.

[11] 王成军,黄晓玲,冯涛. 装配式住宅市场的系统仿真与政策优化:以西安市为例[J]. 数学的实践与认识,2019,49(24):90-99.

[12] 王志强,刘硕,张樵民. 基于三方博弈的被动式住宅市场主体行为研究[J]. 沈阳建筑大学学报(社会科学版),2020,22(5):485-493.

[13] WEIBULLI J W. An introduction to evolutionary game theory [J]. Working paper, 1992,15(4):313-322.

[14] 安娜. 绿色建筑需求端经济激励政策的博弈分析[J]. 生态经济,2012(2):107-110.

Game Research on Governmental Incentive Mechanism of Prefabricated Housing Based on SD Model

WANG Zhiqiang^{1,2}, ZHAO Tingting¹, LIU Shuo¹

(1. School of Management Engineering, Qingdao University of Technology, Qingdao 266520, China; 2. Smart City Construction Management Research Center(New Think Tank), Qingdao 266520, China)

Abstract: The effective government incentive mechanism is helpful to promote the development of prefabricated housing market in China. To promote prefabricated houses, this paper builds the evolutionary game model between government - consumer groups, based on the simulation analysis by using the theory of system dynamics model. The conclusion shows that the government subsidies, the promotion, and the change of penalties are important factors that affect consumers to purchase prefabricated houses proportion. Finally, it is suggested that the government should set up the appropriate subsidy amount, reasonable publicity and promotion, and appropriately increase punishment and other measures to promote the development of prefabricated housing.

Key words: prefabricated house; evolutionary game; system dynamics; economic incentives

(责任编辑:郝雪 英文审校:林昊)