

委托代理关系下被动房激励机制研究

王志强^{1,2},刘 硕¹,马婷婷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:政府有效激励机制在被动房发展导入初期阶段起着决定性作用。通过构建政府-开发企业委托-代理模型研究被动房政府激励机理,在对模型进行复刻仿真分析的基础上,得出结论:开发企业被动房开发积极性与被动房产量呈现正向相关性,开发企业被动房开发积极性与政府补贴额度关系则受到信息传递的影响。最后,建议政府应结合实际采取激励措施:应对企业进行相应监督、应重点激励行业龙头企业、激励机制的设计应考虑经济环境与企业风险偏好。

关键词:被动房;委托代理;激励机制;初始推广

中图分类号:F293.3 **文献标志码:**A

党的“十九大”突出强调,要树立“绿水青山就是金山银山”的理念,将生态文明建设摆在突出位置,建设资源节约型与环境友好型社会,坚持人与自然的和谐共生。传统建筑行业能耗量约占社会总能耗的35%~45%^[1],其高投入、高能耗、高污染的发展模式以环境恶化为代价,促进建筑业改革已成为建设两型社会亟待解决的重要课题。被动房作为一种具有超高舒适度并以超低能耗实现保湿、保温、隔热、隔音等功能特性的科技节能建筑,其能耗仅为传统建筑的10%~25%^[2],推动其规模化发展,无论在实行节能减排战略还是在实现供给侧结构性改革目标上都具有重要战略意义。

市场发展规律显示,任何新兴事物,无论产品或服务都须经历导入期到发展期,再到成熟期的发展过程。目前,国内外学者关于被动房的研究主要集中在被动房设计^[3]、能

耗分析^[4]以及区域性推广^[5]等领域。从被动房发展状况可以判断,被动房作为新兴事物,目前还处于导入初期。被动房初始推广主要依赖两种调节方式,一是市场机制,二是政府强制政策^[6]。由于开发企业和消费者作为理性经济人,对于新兴事物往往采取风险规避态度,更需要一个认识了解的过程。此外,被动房具有显著的经济正外部性特征,这决定了其发展必须依赖政府强制性政策进行宏观调控,特别是在被动房由试点项目到规模化推广的导入初期,更应该强化强制性政策对被动房发展的激励作用^[7]。

被动房推广过程中各利益相关者利益诉求互斥,政府追求社会效益的最大化,开发企业与消费者则追求自身经济效益的最大化。此外,开发企业处在建筑信息传递的起始端,能够第一时间掌握被动房的发展信息,而政府与消费者则处在建筑信息传递的终端,会

导致建筑信息效率低下。基于信息经济学视角,选取政府与开发企业构成委托代理关系。委托代理理论是指委托人委托代理人从事某些经济活动,并对应地赋予代理人某些决策权的契约关系,属于经济学契约理论范畴^[8]。

近些年,诸多学者研究成果显示,委托代理理论在激励机制设计方面有着广泛的应用。潘裕敏等^[9]通过建立投资方与总承包商的演化博弈模型,对激励机制的指标进行量化,从而对委托代理风险进行了控制;朱宾欣等^[10]运用委托代理模型对多个接包方参与的合作型众包项目绩效激励机制进行了研究,研究结果显示:接包方风险偏好与接包方数量均会对发包方确定性经济效益产生直接影响,发包方会倾向 TR 模式;洪雪莹^[11]构造了基于政府、开发商和消费者三方参与的绿色建筑激励机制委托代理模型,并结合研究结果对政府激励机制设计给出参考意见;张樵民^[12]通过构建政府-建设单位委托代理模型,探究了装配式建筑政府激励机制,在模型分析基础上提出政府应有效提高投入-产出比,兼顾市场需求等建议。然而,运用委托代理理论对被动房政府激励机制的研究却鲜有提及。由于政府非生产特征决定了只能通过开发企业进行被动房推广,开发企业处于信息起始端,直接掌握被动房推广的实际控制权,但是追求经济利益最大化的开发企业往往缺乏环保意识,对于被动房推广的积极性有所欠缺。笔者在上述研究基础上,通过构建政府-开发企业委托-代理模型,探究政府对开发企业最优的补贴政策,为政府激励机制的设计提供重要参考,继而推动被动房规模化发展。

一、委托-代理模型构建与分析

1. 基于委托代理理论的激励机制设计原理

笔者构建的模型依托委托代理理论,实质上是非对称信息博弈,所构建的委托-代理模型博弈双方分别为掌握信息优势的开发企业(称为代理人)与存在“信息孤岛”的政府(称为委托人)^[13-14]。在博弈过程中,开

发企业掌握着政府无法获取的信息,如企业真实工作能力,即使政府能够获取此类信息,但考虑到成本较高,政府一般不会实行。因此,假设委托人(政府)不能够完全掌握代理人(开发企业)的行为策略和外生随机变量,处于信息端劣势,只能通过观测代理人努力程度来判断产出信息,依据产出信息来设计奖惩契约,激励代理人的策略选择向利于委托人方向积极发展^[15]。

在被动房初始推广问题上,若政府不采取激励措施,开发企业开发积极性不高,政府将获得较低的环境效益;若政府采取激励措施,开发企业将获得较高的经济效益,进而提高开发积极性,此时政府也将获得相应较高的环境效益。合理的激励机制可以使政府花费较少的成本得到较高的环境效益,提高开发企业开发被动房的积极性,增加开发企业的经济效益,使双方效益最大化。政府与开发企业的博弈结果表明,激励机制的设计是有必要的。激励机制的设计应满足两个约束条件。

①激励相容约束条件(IC)——由于存在“信息孤岛”,委托人在实现自身效益最大化的同时应该默许代理人总是选择使自身利益最大化的行为策略;②代理人参与约束条件(IR)——代理人选择任何奖惩契约的期望效益都要大于不选择任何奖惩契约时的期望效益。

为方便讨论,笔者设置符合实际的 4 个假设条件及基本变量。

①假设政府对开发企业开发被动房努力程度的考察用随机变量 x 表示,且 $x \in (0, b]$, $0 < b < 1$ 。取值为 0 时,表示开发企业对于开发被动房积极性为 0,此种情况实际生活中不会发生;取值为 b 时,表示开发企业具有最高水平的被动房开发积极性。 $F(x)$ 为 x 的分布函数, $f(x)$ 为 x 的密度函数,满足: $\frac{d}{dx}$

$$\left(\frac{F(x)}{f(x)}\right) < 0, \forall x \in (0, b]。$$

②假设开发企业开发被动房收益为 $T(q(x), g(x), x) = h(t, x) - C(q(x), x) + g(x)$, 其中, t 为被动房使用年限; $h(t, x)$ 为消

费者选择被动房所付出的成本; $q(x)$ 为开发企业开发被动房积极性为 x 时的产量; $g(x)$ 为开发企业开发被动房积极性为 x 时所得到的政府补贴; $C(q(x), x)$ 为开发企业积极性为 x 时开发 $q(x)$ 产量所支付的成本。此外,还应假设任意 $x \in (0, b]$ 满足: $\frac{\partial h(t, x)}{\partial x} \geq 0$, $\frac{\partial C(q, x)}{\partial x} \leq 0, \frac{\partial^2 C(q, x)}{\partial q \partial x} \leq 0, \frac{\partial^3 C(q, x)}{\partial q \partial x^2} \geq 0$ 。

③被动房规模化推广的社会效益主要体现在政府环境治理费用减少,消费者居住质量提高,因此,假设社会效益是关于使用年限 t 的相关函数 $v(t, q(x))$, 且满足: $\frac{\partial v(q(x))}{\partial q} \geq 0, \frac{\partial^2 v(q(x))}{\partial q^2} \leq 0$ 。

④该最优化补贴模型的目标函数可以表示为 $E[\alpha(v(t, q(x)) - h(t, x)) - g(x)]$, 其中, α 表示政策效益在目标函数中所占比重。

2. 非对称信息模型

在代理开发被动房过程中,受利益的驱使,开发企业可能会选择寻租行为^[16]策略,即开发积极性实际为 x 却向外界宣称积极性为 $y(y > x)$, 以此来获取更高的补贴或寻求支付转移,因此,需要承担一定的风险。政府为了获取真实的产出信息,需根据激励相容条件制定约束:

$$T(q(x), g(x), x) \geq T(q(y), g(y), y), \forall x, y \in (0, b] \tag{1}$$

此外,在现有被动房委托代理约束下,开发企业若要获得政府补贴,必须依据政府政策适时调整生产策略,完成相应水平的被动房开发任务。过高的增量成本会损害开发企业切身利益,并抑制开发积极性,因此,在实际被动房开发过程中,只有当预期收益大于保留效益时,开发企业才有可能选择开发,即满足代理人参与约束条件:

$$T(q(x), g(x), x) = h(t, x) - C(q(x), x) + g(x) \geq C_0 \tag{2}$$

式中: C_0 为开发企业的保留效益,即只有当预期收益大于此水平,开发企业才会具有开发被动房积极性。

非对称信息条件下,被动房市场最优补

贴委托代理模型为

$$\begin{cases} (q|(\cdot)|, g|(\cdot)|)E[\alpha(v(t, q(x)) - h(t, x)) - g(x)] \\ h(t, x) - C(q(x), x) + g(x) \geq h(t, y) - C(q(y), y) + g(y) \\ h(t, x) - C(q(x), x) + g(x) \geq C_0 \end{cases} \tag{3}$$

3. 对称信息模型

对称信息条件下,政府可以精准把握开发企业的产出信息,消费者也可以准确获知开发企业开发被动房的积极性,此时政府只需要设计满足开发企业保留效益的奖惩契约。因此,对称信息条件下,被动房市场最优补贴委托代理模型为

$$\begin{cases} (q|(\cdot)|, g|(\cdot)|)E[\alpha(v(t, q(x)) - h(t, x)) - g(x)] \\ h(t, x) - C(q(x), x) + g(x) \geq C_0, \forall x \in (0, b] \end{cases} \tag{4}$$

4. 模型分析

在经过一系列等价换算后,可以将式(4)模型中激励相容约束条件表示为

$$\begin{cases} \frac{dh(t, x)}{dx} - \frac{\partial C(q(x), x)}{\partial q(x)} \cdot \frac{dq(x)}{dx} + \frac{dg(x)}{dx} = 0, \frac{dq(x)}{dx} \geq 0 \\ h(t, 0) - C(q(0), 0) + g(0) = C_0 \end{cases} \tag{5}$$

式(3)则可以转化为

$$\begin{cases} \max \int_0^x [\alpha v(t, q(x)) - C(q(x), x) + (1 - \alpha)h(t, x) + \\ \frac{1 - F(x)}{f(x)} \cdot \frac{\partial C(q(x), x)}{\partial x} - C_0] \cdot f(x) dx \\ \frac{dq(x)}{dx} \geq 0, \forall x \in (0, b] \end{cases} \tag{6}$$

此时,开发企业收益则可以表示为

$$T(q(x), g(x), x) = - \int_0^x \frac{\partial C(q(x), x)}{\partial x} dx + C_0 \tag{7}$$

① $\frac{1 - F(x)}{f(x)} \cdot \frac{\partial C(q(x), x)}{\partial x}$ 表示由于存在“信息孤岛”效应发生的额外费用,即政府为了准确判断开发企业产出信息真实性而支付的信息成本。

② $\frac{dq(x)}{dx} \geq 0$ 表示政府为了确保开发企业产出信息真实性而设计的激励机制,用来

提升被动房开发积极性,在较高被动房开发积极性驱使下,被动房产量也会随之增加。

③开发成本与保留效益是影响开发企业开发意愿的关键因素,政府的财政补贴可以给开发企业带来较高水平的保留效益,但是,为了确保开发企业拥有较高水平的开发意愿,推广新兴施工工艺降低开发成本势在必行。

此外,为探求最优解,进一步假设 $q'(x)$ 与 $g'(x)$ 为式(4)最优解,假设 $q''(x)$ 与 $g''(x)$ 为式(6)最优解,分别求得

$$\begin{cases} \alpha \frac{\partial v(q'(x))}{\partial q'} = \frac{\partial C(q'(x),x)}{\partial q'} \\ g'(x) = C(q'(x),x) - h(t,x) + C_0 \end{cases} \quad (8)$$
$$\begin{cases} \alpha \frac{\partial v(q''(x))}{\partial q''} - \frac{\partial C(q''(x),x)}{\partial q''} + \frac{1-F(x)}{f(x)} \cdot \frac{\partial^2 C(q''(x),x)}{\partial x \partial q''} = 0 \\ g''(x) = C(q''(x),x) - h(t,x) - \int_0^x \frac{\partial C(q''(s),s)}{\partial s} ds + C_0 \end{cases} \quad (9)$$

由式(9)可得

$$\frac{dg''(x)}{dx} = \frac{\partial C(q''(x),x)}{\partial q''} \cdot \frac{dq''(x)}{dx} - \frac{dh(t,x)}{dx} \quad (10)$$

①在对称信息条件下,开发企业被动房最优产量满足边际成本等于边际收益。

②由 $g'(x)$ 与 $g''(x)$ 函数结构可知,使用年限 t 将会对政府补贴额度产生直接影响,在其他变量一定条件下,被动房使用年限与政府补贴额度成反比。

二、算例分析

通过构建委托-代理模型,对相关参数进行赋值,并通过 MATLAB 算法对政府补贴函数和开发企业被动房产量函数关系进行仿真模拟。

假设开发企业开发被动房概率为 x , $\forall x \in (0,1]$,则关于变量 x 的密度函数 $f(x)$ 、分布函数 $F(x)$ 分别为

$$f(x) = \begin{cases} 1, 0 < x < 1 \\ 0, \text{others} \end{cases}$$
$$f(x) = \begin{cases} 0, x \leq 0 \\ x, 0 < x < 1 \\ 1, x \geq 1 \end{cases}$$

同时,进一步定义被动房规模化发展所带来的社会效益为 $v(t,q(x)) = \beta \cdot t \cdot \ln q$,式中: β 为无量纲系数。 $\beta \cdot t \cdot x^2$ 为消费者选择被动房所支付的成本;当被动房产量为 q 时,开发企业支付成本为 $\frac{q}{x+1}$,此时开发企业收益可表示为

$$T(q(x),g(x),x) = \beta \cdot t \cdot x^2 - \frac{q}{x+1} + g(x) \quad (11)$$

可得非对称信息条件下,被动房市场最优补贴委托代理模型为

$$\begin{cases} (q|(\cdot)|,g|(\cdot)|)E[\alpha(v(t,q(x)) - h(t,x)) - g(x)] \\ \beta \cdot t \cdot x^2 - \frac{q(x)}{x+1} + g(x) \geq \beta \cdot t \cdot y^2 - \frac{q(y)}{x+1} + g(y) \\ \beta \cdot t \cdot x^2 - \frac{q(x)}{x+1} + g(x) \geq C_0 \end{cases} \quad (12)$$

结合以上分析以及式(9)可得开发企业在满足个人利益最大化前提下被动房最优产量为

$$q'' = \frac{\beta \cdot \alpha \cdot t \cdot (x+1)^2}{2}, x \in (0,1] \quad (13)$$

政府对开发企业最优补贴额度为

$$g'' = \beta \cdot \alpha \cdot t \cdot x + \frac{\beta \cdot \alpha \cdot t}{2} - \beta \cdot t \cdot x^2 + C_0, x \in (0,1] \quad (14)$$

由式(13)与式(14)可得式(6)最优解 $q''(x)$, $g''(x)$ 以及相关导函数 $\frac{dq''(x)}{dx} = \beta \cdot \alpha \cdot t \cdot (x+1) > 0$, $\frac{dq''(x)}{dx} = \beta \cdot t \cdot (\alpha - 2x)$, 对相关变量进一步分析可得如下结论。

- ①当 $0 \leq x \leq \frac{\alpha}{2}$ 时, $\frac{dq''(x)}{dx} = \beta \cdot t \cdot (\alpha - 2x) \geq 0$,表明政府更加强调被动房所带来的社会效益,通过提高开发企业补贴额度来降低被动房销售价格,以此调动开发企业与消费者参与被动房规模化推广的积极性。
- ②当时 $x > \frac{\alpha}{2}$ 时, $\frac{dq''(x)}{dx} = \beta \cdot t \cdot (\alpha - 2x) < 0$,表明随着开发企业开发被动房的积极性不断提高,政府对开发企业补贴额度将会逐渐减少,将经济重心转移到其他新兴产

业上,逐渐发挥市场在被动房资源配置中的决定性作用。

上述是对非对称信息条件下,被动房市场最优补贴机制模型进行分析,对称信息条件下被动房市场最优产量及最优补贴额度可表示为

$$\begin{cases} q' = \beta \cdot \alpha \cdot t \cdot (x + 1), x \in (0, 1] \\ g' = \beta \cdot \alpha \cdot t - \beta \cdot t \cdot x^2 + C_0 \end{cases} \quad (15)$$

由于被动房处于初始推广阶段,缺乏大量的实验统计数据,因此,规范完整的定量分析在短期内难以实现。为能够更直观地刻画对称信息与非对称信息条件下,开发企业被动房开发概率对被动房最优产量和最优补贴额度演化路径的影响,依据文献[12]对文中变量进行数值设定, $\beta = 0.04, \alpha = 1.2, t = 70, C_0 = 0$, 并通过构建 MATLAB 算法进行仿真模拟 (见图 1、图 2)。

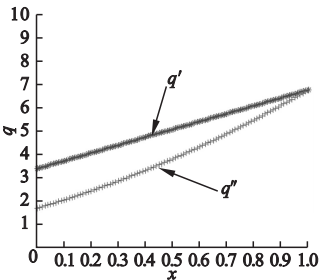


图 1 开发概率 x 对最优产量 q 演化路径的影响

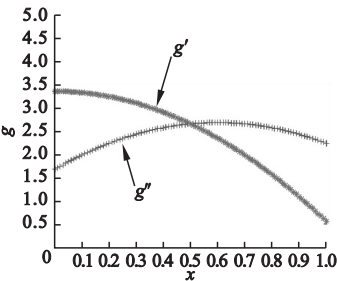


图 2 开发概率 x 对最优补贴额度 g 演化路径的影响

①由图 1 可知,在开发概率一定时,对称信息条件下被动房最优产量要高于非对称信息条件下被动房最优产量,但随着开发企业被动房开发概率的提高,二者差值逐渐减小,表明开发企业开发概率的提高使得产出信息真实性变高。

②由图 2 可知,在对称信息条件下,政府能够准确掌握开发企业产出信息,因此,随着

开发概率提高,政府补贴额度随之减少;在非对称信息条件下,政府不能确保开发企业产出信息真实性,因此,政府补贴额度会出现上浮趋势。此外,开发企业保留效益 C_0 点较高时,政府可以通过强制性政策或者加大宣传力度增强开发企业社会责任感,以此来降低开发企业保留效益。

三、结 语

笔者运用委托代理理论,构造政府 - 开发企业在被动房导入初期推广的委托代理模型,并在模型分析的基础上,运用 MATLAB 软件复刻开发积极性对被动房最优产量与政府最优补贴额度演化路径的影响,基于上述研究结论,提出如下 3 方面的建议,以期推动被动房规模化发展。

(1) 委托代理关系下,由于存在“信息孤岛”,开发企业极易出现消极努力现象。政府在设计激励机制时,应将开发企业经济效益与努力程度直接挂钩,设置固定报酬与激励报酬,激励报酬将政府最终所观察到的开发企业努力程度作为重要测评条件。同时,政府给予开发企业相应的监督可以有效避免寻租行为的发生。

(2) 制定行业龙头企业重点补贴激励政策。政府应依据开发企业工作能力大小来签订激励契约,行业龙头企业拥有丰富的资金与技术人员,技术创新效率高,能够有效促进被动房向纵深发展,创造更大的环境效益。同时,政府在被动房导入初期应设置补贴激励门槛,不宜对中小型企业投入过多的财政补贴。

(3) 政府设计激励机制时应充分考虑经济环境变化、开发企业风险偏好等因素。在经济环境稳定时,实施力度较弱的激励政策;经济环境出现波动时,实施力度较强的激励政策。对于偏向风险追求的企业实施力度较强的激励政策;对于偏向风险规避的企业实施力度较弱的激励政策。

(4) 由于篇幅所限,仅构建了政府与开发企业在被动房初始推广阶段委托 - 代理模型,政府与消费者之间委托代理关系将是下

一步研究方向。

参考文献:

[1] GOLUBCHIKOV O, DEDA P. Governance, technology, and equity: An integrated policy framework for energy efficient housing [J]. Energy policy, 2012(41):733-741.

[2] 黄理达,叶青,楚建乐. 基于“委托-代理”模型的被动房初始推广激励研究[J]. 建筑经济, 2018, 39(2):101-104.

[3] 王倩倩. 川藏地区被动式太阳能民居设计研究[D]. 西安:西安建筑科技大学, 2015.

[4] DAN D, TANASA C, STOIAN V, et al. Passive house design an efficient solution for residential buildings in Romania[J]. Energy for sustainable development, 2016, 32(6):99-109.

[5] 杨光,刘庆华. 我国被动式建筑发展的制约因素及对策研究[J]. 城市建筑, 2015(22):122-123.

[6] 丛为一,苏义坤. 基于演化博弈分析的被动式住宅开发激励研究[J]. 土木工程与管理学报, 2017, 34(5):133-139.

[7] 金占勇,孙金颖,刘长滨,等. 基于外部性分析的绿色建筑经济激励政策设计[J]. 建筑科

学, 2010, 26(6):57-62.

[8] 王晓州. 建设项目委托代理关系的经济学分析及激励与约束机制设计[J]. 中国软科学, 2004(6):77-82.

[9] 潘裕敏,刘燕花,王恒伟. 基于演化博弈理论的EPC工程项目委托代理风险控制研究[J]. 工程管理学报, 2019, 33(5):1-5.

[10] 朱宾欣,马志强,李钊. 风险偏好下协作型众包项目绩效激励机制研究[J]. 工业工程与管理, 2019, 24(3):60-68.

[11] 洪雪莹. 基于委托代理理论的绿色建筑市场激励机制研究[D]. 天津:天津大学, 2014.

[12] 张樵民. 基于委托代理理论的装配式建筑政府激励机制研究[D]. 青岛:青岛理工大学, 2018.

[13] 洪开荣,孙倩. 经济博弈论前沿专题[M]. 北京:经济科学出版社, 2012.

[14] 王立平,丁辉. 基于委托-代理关系的低碳技术创新激励机制研究[J]. 山东大学学报(哲学社会科学版), 2015(1):73-80.

[15] 武开,张慧颖. 委托代理关系下监督强度与激励机制设计[J]. 系统工程, 2016, 34(7):68-72.

[16] KRUEGER A O. The political economy of the rent-seeking society [J]. American economic review, 1974, 64(3):30-41.

Research on Incentive Mechanism of Passive House Promotion Based on Principal-Agency Relationship

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

(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:Effective incentive mechanism in a government plays a key role in the initial stage of passive house development. In order to analyze the incentive mechanism of the passive house, this paper constructs the principal-agent model between the government and enterprise. Through the simulation analysis of the replica model, the results show that there is a positive correlation between the development enthusiasm and output, while the relationship between the development enthusiasm and government subsidies is affected by the information transmission. Finally, this paper proposes that government should take some incentive measures: supervising the enterprises accordingly, encouraging leading enterprises, considering economic environment and enterprises' risk preference in the design of incentive mechanism.

Key words:passive house; principal-agency; incentive mechanism; initial promotion

(责任编辑:郝雪 英文审校:林昊)