

政府激励下的建筑废弃物资源化博弈研究

代春泉¹, 刘 浩¹, 李海生², 张 超³

(1. 山东科技大学 土木工程与建筑学院, 山东 青岛 266590; 2. 荣华建设集团有限公司, 山东 青岛 266000;

3. 山东科技大学 基建处, 山东 青岛 266590)

摘要:针对中国建筑废弃物持续增多、建筑原料匮乏等问题,运用动态博弈理论,构建建筑企业与建材企业的双寡头博弈市场,建立适应度函数并进行求解,分析政府奖惩制度对博弈双方策略选择的影响,并利用 MATLAB 软件进行仿真模拟。结果显示:政府因素在促进资源化发展的过程中具有重要作用;不同的奖惩力度对博弈双方策略的选择、演化速度影响不同;合适的政府奖惩力度对资源化发展具有推进作用,单一一方实现资源化会对另一方产生阻碍作用。因此政府需要从补贴和惩处两个方面同时加强管控,才能促使建筑企业和建材企业均选择资源化的策略,从而实现资源化发展。

关键词:双寡头博弈;建筑废弃物资源化;政府奖惩力度

中图分类号:X799.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2023)07-0023-06

建筑行业消耗大量建筑材料的同时也产生了大量的建筑废弃物^[1]。近年来中国建筑废弃物排放量达到了惊人的地步,每年的建筑废弃物平均产生量为(15~24)亿 t,约占城市废弃物总量的 40%,然而废弃物的处理量每年只有 1 亿 t^[2]。因此政府应该重视建筑废弃物的处理,否则在未来的几十年内,中国将持续面临着“垃圾围城”的困境。

城市建筑废弃物的资源化利用是循环经济领域的重要研究课题,许多学者针对建筑废弃物资源化开展了卓有成效的研究^[3]。王焯平^[4]从法律法规、经济政策、再生技术研究等方面对资源化的可行性进行了深入研究。刘婷婷等^[5]通过构建系统动力学模型,证明当前形势下建筑废弃物的处置情况并不是最佳的状态,采用建筑废弃物资源化处置才能提高环境效益。胡鸣明等^[6]基于生命周期评价方法和生命周期成本分析方法,研究了当前建筑垃圾处理的生态效率,提出资源化是目前处理建筑废弃物的最佳选择。陈伟等^[7]通过研究建筑废弃物三方非对称博弈,证明其博弈模型存在 4 种演化稳定策略:生产企业最终的稳定策略为参与资源共享链;政府介入对产业链管理具有正面影响;政府合理采用经济手段并提高干预成功率;处理企业降低参与

成本有利于促进建筑固体废弃物循环。

目前对于建筑废弃物资源化的研究主要集中在资源化技术、全生命周期、政策分析等方面。大多研究定性地阐述政府在建筑废弃物资源化中发挥的重要作用,而从定量的角度分析政府重要性的研究相对较少。因此本文构建一个双头垄断的建筑废弃物市场,分析政府奖惩力度对建筑废弃物资源化发展的影响,研究不同奖惩力度下博弈双方的策略选择。

1 模型假设

根据利益相关者与演化博弈的相关理论,做出如下假设。

假设 1:假设一个具有一条供应链的双头垄断的资源化绿色建筑市场,该市场由建筑企业和建材企业组成,参与双方均保持风险中立的态度,且都是具有学习能力的有限理性个体^[8-9]。

假设 2:建筑企业、建材企业均有两种策略选择,即建筑企业对建筑废弃物是否进行资源化处理,建材企业是否进行资源化处理。建筑企业和建材企业的策略选择均为资源化处理和资源化不处理,分别用 x 、 y 表示选择建筑企业和建材企业进行资源化处理的概率,且 $x, y \in [0, 1]$,均为时间的函数^[10]。

收稿日期:2022-11-04

基金项目:教育部社科基金(20YJAZH022)。

作者简介:代春泉(1978—),男,山东潍坊人,山东科技大学土木工程与建筑学院,副教授,博士,研究方向为建筑废弃物资源化、建筑节能、项目管理等;刘浩(1997—),男,山东济南人,山东科技大学土木工程与建筑学院,硕士研究生,研究方向为建筑管理、工程管理;李海生(1988—),男,山东潍坊人,荣华建设集团有限公司,总工程师,研究方向为智能建造、工程管理;张超(1983—),男,山东泰安人,山东科技大学基建处,工程师,硕士,研究方向为建筑科学与工程、工程管理。

假设 3: 建筑企业不进行资源化时的收益为 C_s ;建筑企业进行资源化处理,建材企业也进行资源化时的收益为 C_m ;建筑企业进行资源化处理,建材企业不进行资源化处理时的收益为 C'_m ;建筑企业将建筑废弃物运往垃圾场的单价成本为 P ,建筑废弃物的总量为 k ; α 为建筑企业进行破碎、分拣、运输等工序的比重,建筑企业进行资源化处理越精细, α 越接近 1,从建材企业获得的收益就越多。破碎、分拣、运输的单价成本为 P_0 ;出售给建材企业再生原料的单价为 P_1 ;处理后的废弃物运往垃圾填埋场时的单价为 P_2 。因为废弃物进行了初步资源化,所以 $P_2 < P$ 。当建筑企业不进行资源化时,政府对建筑企业进行的单位处罚金额为 δ 。建筑企业在两种策略选择下的收益方程为

$$\begin{cases} C_s = -Pk - \delta k \\ C_m = -\alpha k P_0 + \alpha k P_1 \\ C'_m = -\alpha k P_0 - \alpha k P_2 \end{cases} \quad (1)$$

假设 4: 建材企业不进行资源化时的收益为 H_s ;当建材企业进行资源化处理,建筑企业也进行资源化时的收益为 H_m ;建材企业进行资源化处理,建筑企业不进行资源化时的收益为 H'_m ;天然原料的采购单价为 P_3 ;原料转化成建材的转化率 ϵ , $0 < \epsilon < 1$,随着科技的发展 ϵ 越来越接近于 1;普通建材的价格为 P_4 ;提升改进普通建材生产的技术成本为 D_0 ;再生建材的价格为 P_5 ,建材企业引进先进资源化技术的技术成本为 D_1 ;建材企业采用资源化时获得良好的声誉收益为 C_1 ;建材企业从垃圾填埋场购买建筑废弃物的单价为 P_6 ;当建筑企业进行资源化时,政府对其进行的单位补贴金额为 ω 。建材企业在两种策略选择下的收益方程为

$$\begin{cases} H_s = -kP_3 + \epsilon k P_4 - D_0 \\ H_m = -(1-\alpha)kP_0 - \alpha k P_1 + \epsilon k P_5 - D_1 + C_1 + \alpha k \omega \\ H'_m = -kP_6 - kP_0 + \epsilon k P_5 - D_1 + C_1 + \alpha k \omega \end{cases} \quad (2)$$

建筑企业与建材企业收益矩阵见表 1。

建筑企业进行资源化时的期望收益 E_{11} 为

$$E_{11} = yC_m + (1-y)C'_m \quad (3)$$

表 1 政府参与下的建筑企业与建材企业收益矩阵

建材企业	建筑企业	
	进行资源化(x)	不进行资源化($1-x$)
进行资源化(y)	C_m, H_m	C_s, H'_m
不进行资源化($1-y$)	C'_m, H_s	C_s, H_s

建筑企业进行非资源化时的期望收益 E_{12} 为

$$E_{12} = yC_s + (1-y)C_s \quad (4)$$

根据 Malthusian 动态方程,建筑企业的平均收益 E_1 为

$$E_1 = xE_{11} + (1-x)E_{12} \quad (5)$$

根据动态演化博弈复制动态方程公式,此时建筑企业的复制动态方程为

$$\begin{aligned} f_1(x) &= dx/dt = x(E_{11} - E'_1) = \\ &= x(1-x)(E_{11} - E_{12}) = \\ &= x(1-x)[(C'_m - C_s) + y(C_m - C'_m)] \end{aligned} \quad (6)$$

当 $y = -(C'_m - C_s)/(C_m - C'_m)$, $f'_1(x) = 0$,此时 x 取任意值,建筑企业的策略选择均处于稳态。

当 $y > -(C'_m - C_s)/(C_m - C'_m)$, $f'_1(0) > 0$, $f'_1(1) < 0$,此时 $x = 1$ 为演化均衡点,建筑企业选择资源化策略。

当 $y < -(C'_m - C_s)/(C_m - C'_m)$, $f'_1(0) < 0$, $f'_1(1) > 0$,此时 $x = 0$ 为演化均衡点,建筑企业选择非资源化策略。

由上述分析可知,当增加政府对建筑企业进行非资源化时的单位罚金,可促使 x 趋向于 1,即促使建筑企业选择资源化策略。

同理可得,建材企业的复制动态方程为

$$\begin{aligned} f_2(y) &= dy/dt = y(E_{21} - E_2) = \\ &= y(1-y)(E_{21} - E_{22}) = y(1-y)[(H'_m - H_s) + \\ &= x(H_m - H'_m)] \end{aligned} \quad (7)$$

当 $x = -(H'_m - H_s)/(H_m - H'_m)$, $f_2(y) = 0$,此时 y 取任意值,建材企业的策略选择均处于稳态。

当 $x > -(H'_m - H_s)/(H_m - H'_m)$, $f'_2(0) > 0$, $f'_2(1) < 0$,此时 $y = 1$ 为演化均衡点,建材企业选择资源化策略。

当 $x < -(H'_m - H_s)/(H_m - H'_m)$, $f'_2(0) < 0$, $f'_2(1) > 0$,此时 $y = 0$ 为演化均衡点,建材企业选择非资源化策略。

由上述分析可知,当增加政府对建材企业进行资源化时的单位补贴,可促使 y 趋向于 1,即促使建材企业选择资源化策略。

上述的动态方程反映了有限理性的各利益相关方通过学习、模仿而选择行为策略的过程。为寻求各博弈方均达到稳定状态时的博弈均衡点,令 $\begin{cases} F_1(x) = 0 \\ F_2(y) = 0 \end{cases}$ 可求出系统的 5 个局部均衡点 $(0,0)$ 、 $(0,1)$ 、 $(1,0)$ 、 $(1,1)$ 、 (x^*, y^*) 。其中 $x^* = -(H'_m - H_s)/(H_m - H'_m)$, $y^* = -(C'_m - C_s)/(C_m - C'_m)$ 。

2 均衡点分析

复制动态方程的均衡点不一定是该系统的演化稳定策略,建筑企业和建材企业演化系统的局部稳定性可通过雅可比矩阵的行列式的值和迹来验证,从而求出系统的最终稳定策略^[11]。雅可比矩阵的行列式和迹分析局部均衡点稳定性的相关原则见表 2。

表 2 雅可比矩阵行列式和迹的局部均衡点稳定性原则				
项目	1	2	3	4
行列式 $\det \mathbf{J}$	+	+	-	+/-
迹 $\text{tr } \mathbf{J}$	+	-	+/-	0
稳定性	不稳定点	演化稳定策略	鞍点	

根据 Friedman 的方法将系统的复制动态方程分别对 x 、 y 求偏导可得到本系统的雅可比矩阵,即

$$\mathbf{J} = \begin{bmatrix} \frac{\partial F_x}{\partial x} & \frac{\partial F_x}{\partial y} \\ \frac{\partial F_y}{\partial x} & \frac{\partial F_y}{\partial y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} =$$
$$\begin{bmatrix} (1-2x)(C'_m - C_s) + y(C_m - C'_m) & x(1-x)(C_m - C'_m) \\ y(1-y)(H_m - H'_m) & (1-2y)(H'_m - H_s) + x(H_m - H'_m) \end{bmatrix}$$

(8)

雅可比矩阵的行列式和迹的表达式为 $\det \mathbf{J} = a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}$, $\text{tr } \mathbf{J} = a_{11} + a_{22}$ 。将建筑企业和建材企业的复制动态方程求出的 5 个局部均衡点分别代入矩阵行列式 $\det \mathbf{J}$ 和轨迹 $\text{tr } \mathbf{J}$ 的表达式中,得到系统均衡点对应的矩阵行列式和迹的表达式,具体内容见表 3。

政府奖惩力度的不同,对博弈双方的资源化策略选择也有所不同。对政府的奖惩力度进行分类讨论,有益于更好地促进建筑废弃物资源化发展。

情形 1:当博弈双方皆处于无政府情况下,即奖惩力度皆为 0 时,博弈双方的收益大小之比满足 $C_m < C_s < 0, C'_m < C'_s < 0, 0 < H_m < H_s, 0 < H'_m < H'_s$ 。

情形 2:当政府补贴力度较小、惩处力度较小

表 3 政府情况下简化后的系统均衡点对应的行列式和迹的表达式

均衡点	$\det \mathbf{J}$	$\text{tr } \mathbf{J}$
$O'(0,0)$	$(-C_s + C'_m)(H'_m - H_s)$	$-C_s + C'_m + H'_m - H_s$
$A'(1,0)$	$-(-C_s + C'_m)(H_m - H_s)$	$C_s - C'_m + H_m - H_s$
$B'(0,1)$	$-(-C_s + C_m)(H'_m - H_s)$	$-C_s + C'_m - H'_m + H_s$
$C'(1,1)$	$(-C_s + C_m)(H_m - H_s)$	$C_s - C'_m - H'_m + H_s$
(x^*, y^*)	无须计算	0

时,博弈双方的收益大小之比满足 $C_m < C_s < 0, C'_m < C'_s < 0, C'_m < C_s < 0, 0 < H_m < H_s, 0 < H'_m < H'_s$ 。

情形 3:当政府补贴力度足够,惩处力度较小时,博弈双方的收益大小之比满足 $C_m < C_s < 0, C'_m < C'_s < 0, 0 < H_s < H_m, 0 < H'_s < H'_m$ 。

情形 4:当政府补贴力度较小,惩处力度较大时,博弈双方的收益大小之比满足 $C_s < C_m < 0, C_s < C'_m < 0, 0 < H_m < H_s, 0 < H'_m < H'_s$ 。

情形 5:当政府补贴力度足够,惩处力度较大时,博弈双方的收益大小之比满足 $C_s < C_m < 0, C_s < C'_m < 0, 0 < H_s < H_m, 0 < H'_s < H'_m$ 。

结合上述分析得出局部均衡点稳定性关系分析表(表 4),绘制系统的演化博弈相位图(图 1)。

由图 1 可得,无政府干预与政府的奖惩力度较小时,建筑企业与建材企业的策略选择一致,双方都选择资源化策略,博弈双方演化过程逐渐趋向于(0,0);当政府补贴力度足够,而惩罚力度不够时,建材企业会因政府补贴力度较高从而选择资源化策略,但是政府的惩罚力度不够,建筑企业考虑到资源化远高于非资源化成本,最终选择非资源化的策略,即(0,1);当政府补贴力度较低,惩罚力度足够时,建筑企业会因惩处力度的增大进行资源化发展。政府无法通过惩罚的方式促使建材企业进行资源化,只能采用补贴奖励的方式进行引导,因此当企业补贴力度较低时,建材企业将选择非资源化处理,博弈双方的演化路径最终会逐渐趋于稳定态(1,0);当政府奖惩力度都较大时,建筑企业与建材企业都会选择资源化处理,博弈双方演化结果收敛

表 4 政府参与下 O' 均衡点稳定性分析

情形	均衡点	$O'(0,0)$	$A'(1,0)$	$B'(0,1)$	$C'(1,1)$
1	$\det \mathbf{J}$	+	-	-	+
	$\text{tr } \mathbf{J}$	-	不定	不定	+
	稳定性	稳定点	鞍点	鞍点	不稳定点
2	$\det \mathbf{J}$	+	-	-	+
	$\text{tr } \mathbf{J}$	-	不定	不定	+
	稳定性	稳定点	鞍点	鞍点	不稳定点
3	$\det \mathbf{J}$	-	+	+	-
	$\text{tr } \mathbf{J}$	不定	+	-	不定
	稳定性	鞍点	不稳定点	稳定点	鞍点
4	$\det \mathbf{J}$	-	+	+	-
	$\text{tr } \mathbf{J}$	不定	-	+	不定
	稳定性	鞍点	稳定点	不稳定点	鞍点
5	$\det \mathbf{J}$	+	-	-	+
	$\text{tr } \mathbf{J}$	+	不定	不定	-
	稳定性	不稳定点	鞍点	鞍点	稳定点

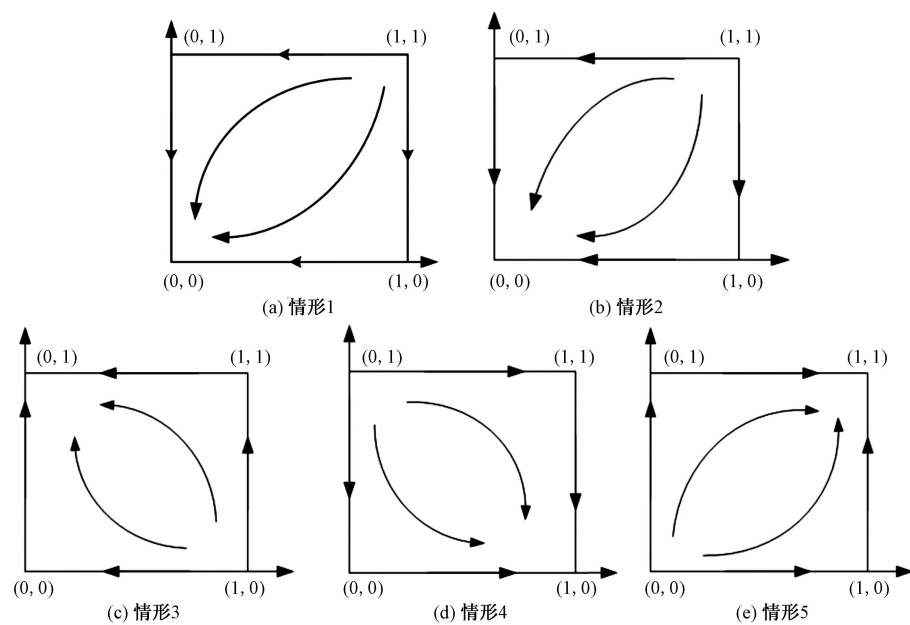


图 1 演化博弈相位图

于(1,1),最终双方就建筑废弃物资源化达成合作局面。因此在政府强大的奖惩制度影响下,将会促使博弈双方选择建筑废弃物资源化策略,实现建筑废弃物资源化发展。

3 动态仿真模拟对比

以参数变化为条件变量进行深入研究,分析参数变量对系统演化路径的影响,能够清晰地展现不同参数对利益相关者的策略选择影响。由于演化博弈模型更侧重的是参数变化对参与主体策略选择的敏感性研究,主要观察的是参数变动对系统最终稳定状态的影响,并不要求数据完全精确,且既有文献中指明模型本身结构的正确性远比变量选值更为重要。依据建筑统计年鉴等相关资料,对系统相关参数进行初始赋值,见表 5。

x 、 y 分别表示施工企业和建材生产企业中实施建筑废弃物资源化利用的比例,初始状态情况下,建筑企业与建材企业对资源化的态度为中立,即 $x_0=0.5, y_0=0.5$ 。

情形 1:无政府状态(初始状态)下,即 $\delta=0, \omega=0$ 。无政府状态下系统演化的仿真结果如图 2 所示。由系统演化路径可知,在无外力作用下,建筑企业和建材企业都只追求经济效益,忽略环境效益,基于利益最大化原则,最终双方都会选择经济效

益最大的非资源化策略,系统在最终在非资源化处趋于稳定。

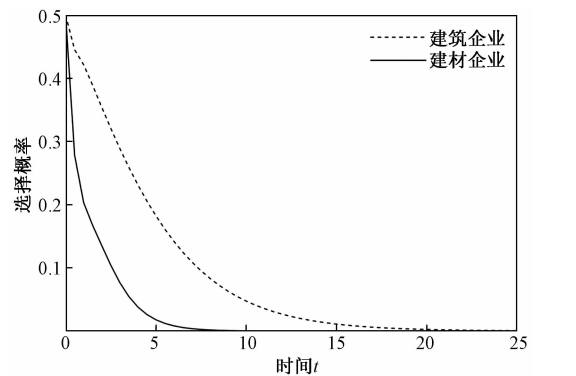


图 2 无政府情形下系统演化初始状态

以无政府情况下的演化路径作为初始路径,与上述其他 4 种情形(情形 2、3、4、5)进行路径演化对比分析,有助于更好地研究政府奖惩手段对资源化发展的影响。图 3~图 6 为不同奖惩力度下博弈双方演化路径选择。

情形 2:政府奖惩力度都较弱,即 $\delta=0.2, \omega=0.2$ 。将图 2 与图 3 进行对比可知,因为政府惩处力度较小,所以建筑企业进行资源化成本大于非资源化成本。虽然政府的惩处降低建筑企业选择非资源

表 5 相关参数初始化赋值

参数	P	k	α	P_0	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	ϵ	D_0	D_1	C_1
数值	3	1	0.6	7	1.5	1	3	10	11	0.5	0.9	1	5	3

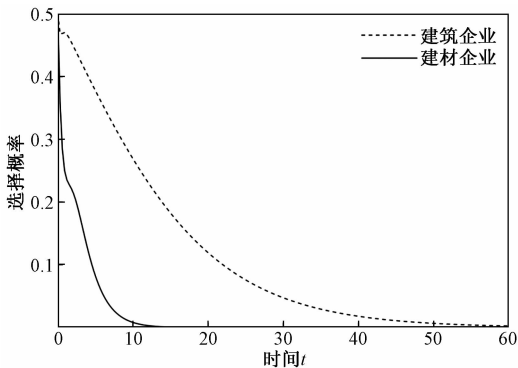


图3 情形2 状态下系统演化路径图

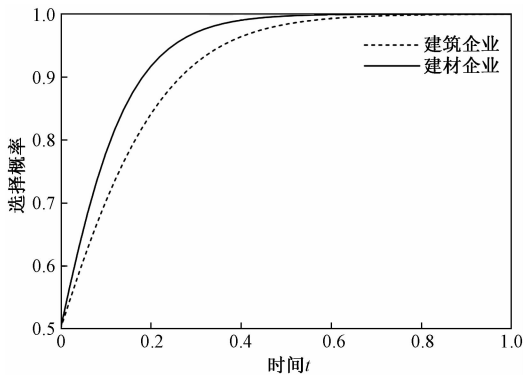


图6 情形5 状态下系统演化路径图

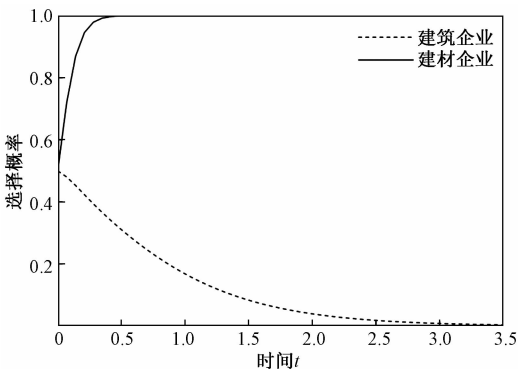


图4 情形3 状态下系统演化路径图

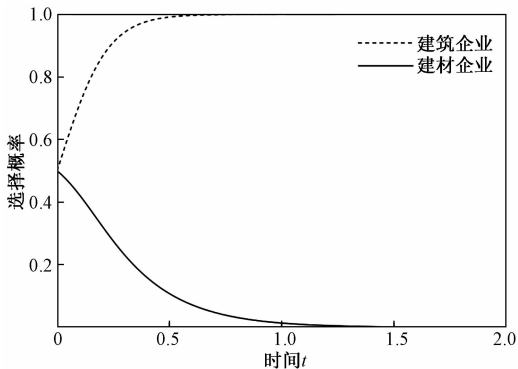


图5 情形4 状态下系统演化路径图

化的速度,但随着系统的演化,建筑企业成本的不断累积,建筑企业将会突然倾向于非资源化策略,以缓解前期成本累积的压力;随着政府补贴措施的实施,建材企业的策略选择受到了一定的影响,相比于图2在 $t=8$ 处稳定,图3在 $t=14$ 处达到稳定,由此可以看出,政府补贴措施的实施延缓了建材企业选择非资源化的进程。

情形3:政府惩处力度较弱,补贴力度较强,即 $\delta=0.2, \omega=10$ 。将图2与图4进行对比可知,随着政府补贴力度的增大,建材企业将倾向于资源化,

同时建材企业对再生建材原料的需求也将变大。因为建材企业的再生原料来源主要是建筑企业与垃圾填埋场,政府对建筑企业的惩处力度较低,建筑企业考虑到企业收益将会进行非资源化处理,此时建材企业的原料来源是垃圾填埋场,垃圾填埋场的废弃物也是来源于建筑企业,所以建材企业的资源化促进了垃圾填埋场对建筑废弃物的需求,也促进了建筑企业对于非资源化策略的选择,相比于图2建筑企业在 $t=20$ 处达到稳定,在图4中建筑企业在 $t=3.5$ 处更快地达到稳定。

情形4:政府惩处力度较强,补贴力度较弱,即 $\delta=10, \omega=0.2$ 。将图2与图5进行对比可知,随着政府惩处力度增大,建筑企业会选择进行资源化处理并很快达到稳定状态,建材企业因政府补贴力度较小,企业最终将不进行资源化。主要原因是建筑企业进行资源化发展,促使市场中再生原料增多,因供求关系再生建材的价格将会降低,建材企业对于再生建材的收益将会降低,迫使建材企业增大生产普通建材的比重从而加快建材企业非资源化的进程。相比于图2建材企业在 $t=8$ 处达到稳定,图4建材企业在 $t=1.5$ 处更快达到稳定。

情形5:政府奖惩力度较强,即 $\delta=10, \omega=10$ 。将图2与图6进行对比可知,随着政府奖惩力度的增大,建筑企业和建材企业都会选择进行资源化处理,且系统很快达到稳定状态,相比于图2建材企业在 $t=8$ 处达到稳定,该情况下博弈双方在 $t=0.7$ 处达到稳定状态。因此当政府奖惩力度适宜时,才能真正实现建筑废弃物资源化发展。

4 结论

通过构造建筑企业与建材企业的双寡头垄断博弈模型,分析政府奖惩力度强弱对资源化的影响,对比不同奖惩力度下的各参与方的策略选择,

得到以下结论：

1)政府在推动资源化发展过程中具有重要作用。无政府状态下,博弈双方只考虑经济利益最大化,忽略市场的环境效益,最终选择非资源化策略;在政府施加奖惩力度后,明显的延缓甚至改变了双方的策略选择。

2)政府奖惩力度不同对博弈双方的策略选择影响也不相同。当无政府状态或者奖惩力度较弱时,博弈双方最终会选择非资源化策略;当政府惩处力度较小,补贴力度较大时,建筑企业将会选择非资源化策略,建材企业将会选择资源化策略;当政府惩处力度较大,补贴力度较小时,建筑企业将会选择资源化策略,建材企业选择非资源化策略;当政府奖励和惩处力度都较大时,建筑企业与建材企业都将选择资源化策略。

3)适当的奖惩制度是推动资源化快速发展的重要保障。当政府奖惩力度任何一方面存在缺失时,即使博弈双方中一方选择资源化策略,另一方也很难选择资源化策略,甚至还会对其选择资源化策略产生阻碍作用。

参考文献

[1] 陈起俊,张瑞瑞. 基于 LC 的建筑废弃物资源化产业发展

研究[J]. 科技管理研究,2020,40(11):216-225.
[2] 崔素萍,刘晓. 建筑废弃物资源化关键技术及发展战略[M]. 北京:科学出版社,2017.
[3] 李景茹,郭红,刘寒,等. 深圳市建筑废弃物移动式资源化处置环境影响评价与分析[J]. 建筑经济,2018,39(6):114-120.
[4] 王焯平. 基于演化博弈的建筑废弃物资源化利用研究[D]. 成都:西南交通大学,2018.
[5] 刘婷婷,张劼,胡鸣明. 建筑废弃物资源化环境效益分析:以重庆为例[J]. 中国环境科学,2018,38(10):3853-3867.
[6] 胡鸣明,吴江波,石世英,等. 城市建筑垃圾处理的生态效率研究:以重庆为例[J]. 建筑经济,2016,37(6):82-87.
[7] 陈伟,易莎,邹松,等. 建筑固体废弃物资源化利用的三方非对称演化博弈[J]. 土木工程与管理学报,2019,36(3):54-59.
[8] BONDAREV A. Robust policy schemes for differential R&D games with asymmetric information[J]. Dynamic Games and Applications,2019,9:391-415.
[9] LIU C, HUA C, CHEN J. Efficient supervision strategy for illegal dumping of construction and demolition waste: a networked game theory decision-making model [J]. Waste Management & Research,2021,40(6):754-764.
[10] 陆菊春,欧阳寒旭,韩璐. 多主体互动博弈下建筑企业低碳转型的演化机理[J]. 北京理工大学学报(社会科学版),2019,21(1):17-26.
[11] 汪振双,刘景矿,邓斌超,等. 基于政府、企业和业主三方动态博弈的建筑物化阶段碳减排责任分析[J]. 工程管理学报,2017,31(1):34-38.

Research on the Game of Building Waste Recycling of Government Incentives

DAI Chunquan¹, LIU Hao¹, LI Haisheng², ZHANG Chao³

(1. School of Civil Engineering and Architecture, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, Shandong, China;
2. Rong Hua Construction Group Co., Ltd., Qingdao 260090, Shandong, China;
3. Infrastructure Division, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, Shandong, China)

Abstract: In view of the continuous increase of construction waste and the shortage of building materials in China, the dynamic game theory is used to build a duopoly game market between construction enterprises and building materials enterprises. An fitness function established to solve it. The impact of the government reward and punishment system on the strategy choice of both sides of the game is analyzed, and MATLAB software is used for simulation. The results show that the government factor plays an important role in promoting the development of resources. Different rewards and punishments have different effects on the choice and evolution speed of the strategies of both sides of the game. Appropriate government rewards and punishments can promote the development of resource, and a single party's realization of resource will hinder the other party. Therefore, the government needs to strengthen management and control from both subsidy and punishment aspects at the same time, promote construction enterprises and building materials enterprises to choose resource-based strategies, so as to achieve resource-based development.

Keywords: duopoly game; reuse of construction waste; government incentives and punishments