

新城镇化下新能源投融资 机制的演化博弈研究

郑月龙¹,张卫国^{1,2}

(1.重庆大学经济与工商管理学院,重庆 400044;2.西南大学经济管理学院,重庆 400715)

摘要:新城镇化是对传统城镇化发展的历史反思,能源日益枯竭及生态破坏所导致的不可持续性是新城镇化战略目标实现的重要制约因素,积极开发新能源成为新城镇化的重要课题。鉴于此,文章在新城镇化背景下运用演化博弈的基本理论,构建了新能源投融资机制的演化博弈模型,着重分析了影响各方博弈主体策略选择的因素,以寻求演化稳定策略,并通过数值分析考察了不同初始状态下博弈的动态演化过程。同时,文章针对新能源发展提出了一些政策建议。

关键词:新城镇化;新能源;投融资机制;演化博弈理论

中图分类号:F275 **文献标志码:**A **文章编号:**1008-5831(2014)02-0015-10

一、研究背景

城镇化也有学者称之为城市化、都市化。推动城镇化是政府促进经济可持续发展的理性选择和重要战略举措。改革开放30多年来,中国的城镇化取得了重大发展。据国家统计局统计数据,到2006年中国城镇化率达到43.9%,到2011年,中国的城镇化率已超过50%,城镇人口首次超过农村人口,预计到2030年,中国的城镇化率将达到65%。与此同时,城镇化的快速发展也衍生出许多社会问题,如资源浪费,环境污染严重,城乡之间、东西部之间贫富差距拉大,产业结构极不合理,经济发展方式对外依存度高等。毋庸讳言,传统的城市化发展战略若继续下去必然导致经济发展的不可持续性。而城镇化最遭人诟病的莫过于生态破坏及能源日益枯竭所带来的不可持续性。鉴于“城市病”愈发严重,现代城市规划的奠基人埃比尼泽·霍华德(Ebenzer Howard)在《明天:真正改革的和平途径》一书中表述了“新城市化运动(New Town Movement)”的概念,倡导“绿色、宜居、可持续化发展”的城市模式并迅速得到了各国政府及社会公众的普遍认同。

对于中国而言,“新城市化运动”的真正价值应是帮助城市实现可持续发展,理想状态下的“新城市”应是经济发展与生态环境和谐发展的新型宜居城市。而能源消耗所带来的城市环境与可持续发展的问题,成为实现“新城市”目标的重要制约因素。鉴于此,中国政府已作出到2020年单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降40%~45%的庄严承诺。“十二五”规划纲要中明确的减排指标,正促使地方政府加速节能减排和产业结构调整的步伐。这要求地方政府贯彻落实中央政策,制定适合当地的城市发展规划,调整城市经济结构,加快新能源等战略性新兴产业的发展,推动能源的清洁利用和城市的健康发展。然而,产业投资不足、融资渠道不畅是制约中国新能源发展的重要障碍^[1]。据美国能源基金会与发改委的联合预测,到2020年,中国新能源和节能环保等清洁技术领域的投资大约需要人民币7万亿元。可见,新能源投融资机制的建立和完善是新能源发展的重要保证,进而影响新城镇化战略进程。作为城市领导者的政府不仅要知

收稿日期:2013-05-09

基金项目:国家社会科学基金重大项目“中国新型城镇化包容性发展的路径设计与战略选择”(12&ZD100)

作者简介:郑月龙(1981-),男,内蒙古人,重庆大学经济与工商管理学院博士研究生,主要从事企业战略与创新管理、博弈论研究;张卫国(1965-),男,安徽人,重庆大学经济与工商管理学院、西南大学经济管理学院教授,博士研究生导师,主要从事企业战略与创新管理研究。

道如何领导城市,更应该重视如何与企业合作实施新城市化战略,引导和影响企业投资新能源。然而投资新能源需要考虑资金的回收期以及报酬率的问题。与传统能源相比,中国新能源产业发展尚处于初级阶段,企业投资新能源面临许多新风险。例如,中国新能源未能形成产业化和规模化,新能源的产业风险主要包括高投入和高成本、消费市场狭小、生产和消费的地域不一致性以及价格形成机制不明晰等。新能源属于资金密集型和技术密集型产业,更加需要政府资金和政策扶持。尽管《可再生能源法》(2010年4月1日修正案生效)及各地区政府的多项相关配套措施相继出台,但是多项优惠政策并未普遍落实。尽管中国新能源具有巨大的资源潜力,部分技术实现商业化,产业也有一定的发展,但与发达国家相比,在技术、规模、工艺水平及发展速度方面还存在相当大的差距。目前新能源生产成本高于传统能源,但是盲目投资、恶性竞争、效益较差、偿债能力不足等一系列问题,阻碍了整个新能源市场的良性运转。从长期看,能源的发展方向更倾向于新能源领域,新能源在经历发展的成长期后投资者往往会得到更高的投资报酬,实现更高的投资回报率。美国 NEA 基金董事总经理蒋晓冬表示,投资新能源有两个数据不可忽视:一是 2002 - 2007 年,全球通过新能源或者与新能源相关产业新创造出来的价值大概有 5 000 亿美元,而相关并购涉及 1 000 多亿美元;二是在过去 50 年里,能源行业的净收益率是美国标准普尔 500 指数中 10 个产业里最高的,平均年回报率近 13%。

因此,作为商业组织,企业具有天然的经济诉求,拥有投资新能源的天然动机,但由于投资新能源的诸多风险使之信心不足;另外,作为社会组织,受舆论及社会责任等的驱使,他们也具有一定的非经济诉求,如社会效益、环境效益以及政治效益等。由于复杂的环境和自身对环境的计算能力和认识能力的限制,企业追求自身(经济和非经济的)效用最大化的理性只能是有限理性,他们在作出决策时很难知晓自己的选择是否能最大化自身利益。由于企业与政府机构是两个目标与效用各自不同的主体,所以政府机构要想利用金融手段支持新能源的发展,推进新城市化发展战略目标的实现,就需要采取相应的激励政策,逐步增强企业的投资信心。另外,能源领域中企业投资向新能源的倾斜以及政府机构关于新能源金融支持政策的形成与发展本身需要一个逐步学习的过程。投资者都是趋利而行,任何体系内部的投资者或潜在投资者的行为很大程度上是对先前投资者的学习和效仿;同时,政府和一些龙头企业的投资行为往往会对投资者产生引导效果。因此,企业是否选择投资新能源是企业与政府机构之间演化博弈的结果。

基于以上分析,本文构建了一个演化博弈模型,用以研究企业是否投资新能源以及政府在企业投资新能源过程中起到什么样的作用、应采取何种策略促进新能源发展。

二、演化博弈应用综述

演化博弈理论(或称为进化博弈理论)的研究在生物学领域可以追溯到费希尔关于性别比例的研究,在经济学领域则可以追溯到古诺对寡头市场产量竞争中产量调整过程的研究,也就是所谓的“古诺调整”。纳什对纳什均衡的“群体行为解释”则是包含较完整的演化博弈思想的最早理论成果^[2]。20世纪70年代是演化博弈理论形成和发展的关键时期,表现为 Maynard Smith 和 Price^[3]结合生物演化论与经典博弈理论提出了演化博弈的基本均衡概念——演化稳定策略(Evolutionarily stable strategy, ESS)。目前学术界普遍认为此概念的提出标志着演化博弈理论的诞生。此后, Taylor 和 Jonker^[4]在考察生态演化现象时首次提出了演化博弈理论的基本动态概念复制动态(Replicator Dynamics),演化博弈理论有了明确的研究目标。此后,演化博弈论的理论研究和应用研究迅速发展起来。

关于演化博弈论的研究,国外学者更多是在理论研究的基础上做应用研究,他们不仅仅应用该理论,也注重在理论研究上创新。比较而言,国内学者更多是将这一理论的研究成果做应用研究,并偏重于管理学领域^[5]。20世纪80至90年代,随着史密斯的著作《演化与博弈论》的出版,演化博弈理论逐渐被运用于更广泛的领域,并被引入经济学领域。弗里德曼等人将这一理论在经济学中的应用不断进行完善。由于它提供了一种全新的分析问题的方法,国外许多经济学者纷纷应用该理论来分析诸如自由竞争易货贸易经济中存在交易成本时交易媒介如何进行选择^[6]、社会习俗演化^[7]、无贸易壁垒和有贸易壁垒下企业组织模式的演化^[8]、社会经济体制的变迁等,使演化博弈理论在经济学中的应用取得了飞速发展,获得了极大的成功。近年来,演化博弈的应用更加广泛,例如用演化博弈理论分析金融体系的创新过程^[9];分析在线市场上卖方声誉机制与买方担保机制的相互作用^[10];分析墨西哥制度变迁的影响因素^[11];分析公共资源(诸如森林、渔场、地下水等)占有问题^[12];分析多级城市交通网络的拥堵定价问题^[13]等。

2000年之后,国内学者们才开始逐渐关注演化博弈理论,谢识予^[2]等介绍了演化博弈理论的一些基本概念和相关内容。近年来,研究成果不断增多,学者们应用演化博弈论主要在供应链、产业选择、知识管理、金融投资等方面进行了卓有成效的探索。黄敏镁^[14]基于演化博弈理论和方法,研究在长期的协同产品开发过程中,有限理性的制造商和供应商之间的合作机制。许民利^[15]针对频频出现的食品安全事件以及食品供应链质量投入的外部正效应问题,建立了供应商与制造商食品质量投入的演化博弈模型,结果表明:食品供应商与制造商的质量投入策略与双方质量投入产出比密切相关,当双方质量投入产出比不断变化时,出现多种演化稳定均衡。许肖瑜和周德群^[16]通过基于非对称主体的演化博弈方法分析新兴产业的进入问题,探讨了不同规模的企业在新兴产业进入问题上的对策并得出了新兴产业进入的ESS。郭本海、方志耕、刘卿^[17]运用演化博弈的基本原理构建了区域高耗能产业退出机制,着重分析了影响各方博弈主体策略选择的因素。刘良灿、张同健^[18]应用演化博弈研究了组织隐性知识转移问题。刁丽琳^[19]研究合作企业在无惩罚制度、有惩罚制度和考虑未来合作收益三种情形下知识窃取和保护的演化博弈过程,探讨消除机会主义行为,促进合作创新的有效途径。谷慎等^[20]通过对双二元结构下的政府政策与西部农村金融机构的支农行为进行演化博弈分析。杨德勇^[21]运用演化博弈的理论框架,研究和描述了羊群效应的产生机理及其动态发展。

纵观已有的演化博弈研究成果,大多对影响博弈主体策略选择的因素界定较为简单或过于笼统^[17]。另外,尽管演化博弈在众多领域得到应用,但将这一理论方法放在新城市化背景下,从城市可持续发展的视角研究新能源的金融支持系统的文献还非常稀少。本文在现有研究的基础上,运用演化博弈的基本原理,在新城市化背景下构建新能源金融支持系统的演化博弈模型,并着重分析影响新能源投融资的关键因素。

三、新能源投融资及建模基础

(一) 新能源及其投融资

新能源又称非常规能源,是指除常规的煤炭、石油、天然气等之外的,刚开始开发利用或正在研究、有待推广的各种能源,如太阳能、地热能、风能、海洋能、生物质能和核聚变能等。与传统能源相比,中国新能源发展尚处于初级阶段,未形成产业化和规模化,加上新能源属于资金密集型和技术密集型产业,投资新能源在成长期需要巨大的资金流,并且投资回报率较低;但是,从长期看,经历发展成长期后,新能源投资者往往会实现更高的投资回报率。此种状况决定了新能源的投资主体是机构投资者,其投资意图主要是获得经济利益、社会利益和政治利益。在中国,新能源的融资模式主要包括债权和股权融资、信贷和私人股权投资融资、项目融资等,新能源投资主要从金融机构或者资本市场融资,其中银行贷款仍然是融资的主要来源。

作为城市领导者的政府在促进新能源发展方面主要发挥引导和影响作用,如优化投融资环境、提供政策优惠等;企业(包括金融企业和非金融企业)作为市场的经济细胞,应该成为投资新能源的主要力量。因此,本文选择企业为新能源投资主体,考虑到中国新能源发展现状,区域中的企业是否积极投资新能源势必受地方政府的政策影响。

(二) 演化博弈建模基础

演化博弈理论是在经典博弈理论及生态理论研究成果的基础上,以有限理性的参与人群体为研究对象,利用动态分析方法把影响参与人行为的各种因素纳入其模型之中,并以系统论的观点来考察群体行为的演化趋势。演化稳定策略和复制动态是演化博弈理论的核心概念。根据 Maynard Smith 和 Price^[3]、Maynard Smith^[22]的阐述,可将演化稳定策略(evolutionary stable strategy, ESS)定义为:

若策略 s^* 是一个演化稳定策略(ESS),当且仅当 s^* 构成一个 Nash 均衡,对任意的 s 有 $u(s^*, s^*) \geq u(s^*, s)$; 如果 $s^* = s$ 满足 $u(s^*, s^*) = u(s^*, s)$, 则有 $u(s^*, s^*) > u(s^*, s)$ 。其中 $u(s, s)$ 是两博弈方在双方策略为 (s, s) 时的得益。在该定义中,一个 ESS 代表一个种群抵抗变异侵袭的一种稳定状态,当主导策略 s^* 受到少量变异策略 s 入侵时,定义中的不等式要求采用的主导策略严格优于变异策略。

Taylor 和 Jonker^[4]认为复制动态是描述某一特定策略在一个种群中被采用的频数或频度的动态微分方程。按照生物演化复制动态的思想,采用的策略收益较低的博弈方会改变自己的策略,转而去模仿有较高收益的策略。因此,群体中采用不同策略成员的比例就会发生变化,特定策略比例的变化速度与其比重和其得益超过平均得益的幅度成正比。因此,复制动态方程可以用以下微分方程给出:

$$F(x_k) = \frac{dx_k}{dt} = x_k [u(k, s) - u(s, s)], k = 1, 2, 3, \dots, K$$

式中, x_k 为一种群中采用策略 k 的比例; $u(k, s)$ 为采用 k 时的适应度, $u(s, s)$ 为平均适应度, k 为不同的策略, K 为策略总数。

当 $F(x_k) = 0$ 时, 就可解出复制动态方程的稳定点, 即在复制动态过程中采用策略 k 的博弈方比例 x_k 稳定不变的水平。值得注意的是, 这些稳定点只意味着博弈方采用特定策略的比例达到该水平不会再发生变化, 但并没有说明复制动态过程究竟会趋向于哪个稳定点。这些取决于博弈方采用策略比例的初始状态和动态微分方程在相应区间的正负情况, 需要根据具体问题进行分析。此外, 由于博弈方的错误等原因使得原有的稳定受到微小的扰动而偏离, 复制动态仍然会使其回复到原先稳定水平。这要求 x 向低于 x_k 水平偏离时 $F(x_k) > 0$, 当 x 向高于 x_k 的水平偏离时 $F(x_k) < 0$, 也就是在稳定点处 $F'(x_k) < 0$ 。即作为演化稳定策略的 x_k , 需满足:

$$F(x_k) = \frac{dx_k}{dt} = 0, \text{ 且 } F'(x_k) < 0$$

基于以上理论及企业与政府之间的互动关系, 构建新能源投融资的演化博弈模型, 借以分析企业是否投资新能源及政府在其中的角色。

四、演化博弈模型及稳定策略

(一) 基本假设与得益矩阵

假设 1: 企业与政府均为追求效用最大化的理性人, 但企业的理性为有限理性。企业的效用目标为经济诉求(如利润)和非经济诉求(如美誉), 在投资新能源上有“积极”(包括增发新能源贷款、贷款优惠等)与“不积极”(如为新能源贷款设置过高门槛等)两种行为策略; 而政府的效用目标为推进新型城镇化发展战略, 进而实现经济可持续发展, 为了实现其效用目标, 采取“激励”与“不激励”两种策略, 即对于积极投资新能源的企业, 政府提供税收、奖励、升迁等激励; 而对不积极投资新能源的企业, 政府对其进行常规的行政管理。

假设 2: 影响企业投资新能源的损益变量如下。

当前收益水平 M 。企业是否投资新能源的一个重要顾虑是能否保持当前收益水平。

当前缴纳税金 $T_0 = t_0 M$, 即企业不投资新能源时应缴纳的税款, $t_0 (0 < t_0 \leq 1)$ 表示当前综合税率。

预期收益 E 。新能源投资面临高成本、消费市场狭小、生产和消费的地域不一致性以及价格形成机制不明晰等问题; 但长期看, 能源的发展方向更倾向于新能源领域, 新能源在经历发展的成长期后投资者往往会得到更高的投资报酬, 实现更高的投资回报率。

间接收益 $U(b)$ 。企业积极投资新能源策略会导致风险和成本增加, 同时, 企业由此会获得间接收益(生态环境改善、市场份额提高、社会美誉度提高等) $U(b)$, b 表示企业由于投资新能源所获得的经济和非经济效用。

风险应对成本 C_r 。与传统能源相比, 企业投资新能源面临的风险包括产业风险、政策风险、市场风险和技术风险等。假定 C_r 为克服投资风险所支付的成本, 投资风险越大, C_r 也会随之增大, 这将对投资者的积极性和信心产生消极影响。

资金获取成本 C_f 。新能源产业属于资金密集型和技术密集型产业, 投资新能源需要巨额投资, 假设 C_f 反映了企业获取资金的难易程度即反映了融资系统的健全程度。

机会成本 C_o 。企业投资新能源而放弃的投资其他有利可图项目的最高收益, 即若不投资新能源, 企业将获得相当于 C_o 大小的收益。

政府奖励 J_s 。地方政府给予积极投资新能源企业的货币激励。

假设 3: 影响地方政府决策的损益变量如下。

当前税金优惠 $\Delta T = (t_0 - t_1) M$, 即政府对投资新能源企业当前收益的减免税额, t_1 为政府对投资新能源的企业当前收益税收的优惠税率, 其中, $t_0 > t_1$, 且 $0 \leq t_1 \leq 1$ 。

新征税收 $T_2 = t_2 E$ 。企业对投资新能源企业所获得的收益为对象而征收的税, 其中 t_2 为综合税率, 且 $0 \leq t_2 \leq 1$ 。

激励衍生成本 C_m , 即地方政府准备及实施激励措施(如督导)所耗费用。

奖励性收支 J , 包括地方政府接受的来自中央政府的转移性支付和地方政府为鼓励投资者投资新能源

的奖励性支出。假定地方从中央获得的奖励费用和企业从地方获得的奖励费用是成比例的,即 $J_s = \alpha J_n$, $0 < \alpha \leq 1$ (J_s :地方; J_n :中央)。

政治资本积累 Z 。在新城镇化的战略统领下,全国各地地方政府官员的政治前途如升迁等与区域新城镇化发展程度等密切相关,假定 Z 为地方政府采取有效策略促使区域新能源投融资活动有效开展并取得效果,而赢得的政治资本;相反,对不作为或者无能(即不采取或者采取激励措施但无效果)的地方政府,其政治资本积累为减少 Z 。

其他政策激励 P 。地方政府对积极投资新能源的企业进行的除税金优惠的支持性政策,如无息或有息政府担保贷款、场地租金优惠、政府宣传支持等。

假设4:选择积极投资新能源策略企业的比例为 $x = x(t)$,不积极策略的比例为 $1 - x(t)$,其中 $0 \leq x \leq 1$;政府对企业采取激励措施的可能性或激励力度为 $y = y(t)$,采取不激励措施的可能性为 $1 - y(t)$,其中, $0 \leq y \leq 1$, t 为时间变量。

基于上述假设,并且令 G 和 B 代表博弈双方的政府与企业, W_G 和 W_B 分别表示政府和企业的得益,可得出博弈双方的得益矩阵,如表1所示。

表1 不同策略下企业与政策博弈的得益矩阵

博弈主体	企业 B		
	积极 x	不积极 $1 - x$	
政府 G	激励 y	$W_G = T_1 + Z + J_n + T_2 - \Delta T - C_m - J_s - P$	$W_G = T_0 - C_m - Z$
		$W_B = M + \Delta T + E + U(b) + J_s + P - T_1 - T_2 - C_r - C_f - C_0$	$W_B = M - T_0 + C_0$
	不激励	$W_G = T_0 + J_n + T_2 - Z$	$W_G = T_0 - Z$
	$1 - y$	$W_B = M + E + U(b) - T_0 - T_2 - C_r - C_f - C_0$	$W_B = M - T_0 + C_0$

(二) 博弈的期望收益函数

1. 企业的期望收益函数

根据以上假设,企业选择积极投资新能源与不积极投资的收益分别为:

$$E(U_B)_x = y(M + \Delta T + E + U(b) + J_s + P - T_1 - T_2 - C_r - C_f - C_0) + (1 - y)(M + E + U(b) - T_0 - T_2 - C_r - C_f - C_0) = y(2\Delta T + \alpha J_n + P) + (1 - t_0)M + (1 - t_2)E + U(b) - C_r - C_f - C_0$$

$$E(U_B)_{1-x} = y(M - T_0 + C_0) + (1 - y)(M - T_0 + C_0) = (1 - t_0)M + C_0$$

$$\text{企业混合策略的平均收益为: } E(U_B) = xE(U_B)_x + (1 - x)E(U_B)_{1-x}$$

2. 政府的期望收益函数

根据假设,政府选择激励与不激励的收益分别为:

$$E(U_G)_y = x(T_1 + Z + J_n + T_2 - \Delta T - C_m - J_s - P) + (1 - x)(T_0 - C_m - Z) = x(2Z + (1 - \alpha)J_n + 2\Delta T - t_2E) + t_0M - C_m - Z$$

$$E(U_G)_{1-y} = x(T_0 + J_n + T_2 - Z) + (1 - x)(T_0 - Z) = x(J_n + t_2E) + t_0M - Z$$

$$\text{政府采取混合策略时的平均收益为: } E(U_G) = yE(U_G)_y + (1 - y)E(U_G)_{1-y}$$

(三) 博弈双方的演化稳定策略求解

1. 企业的博弈演化趋势

由于企业之间的相互学习、观察和模仿,其行为将随着时间的变化而按照一定的方向演化,这一演化可用如下动态微分方程描述为:

$$f(x) = \frac{dx}{dt} = x[E(U_B)_x - E(U_B)] = x(1 - x)[y(2\Delta T + \alpha J_n + P) + (1 - t_2)E + U(b) - C_r - C_f - 2C_0]$$

$$f'(x) = (1 - 2x)[y(2\Delta T + \alpha J_n + P) + (1 - t_2)E + U(b) - C_r - C_f - 2C_0]$$

$$\text{令 } f(x) = \frac{dx}{dt} = 0, \text{ 解得: } x_1 = 0, x_2 = 1, y^* = \frac{C_r + C_f + 2C_0 - [U(b) + (1 - t_2)E]}{2\Delta T + \alpha J_n + P}。$$

由复制动态微分方程稳定性定义及演化稳定策略性质知, $f(x) = \frac{dx}{dt} = 0$ 且 $f'(x) < 0$ 时, x 为演化稳定策略。讨论如下。

(1) 若 $y^* = \frac{C_r + C_f + 2C_0 - [U(b) + (1-t_2)E]}{2\Delta T + \alpha J_n + P}$, 则 $f(x) = 0, f'(x) = 0$, 即所有 y 轴上的点都是稳定状态, 当政府激励力度达到 y^* 时, 企业积极投资或不积极投资新能源的可能性是稳定的。

稳定状态, 当政府激励力度达到 y^* 时, 企业积极投资或不积极投资新能源的可能性是稳定的。

(2) 若 $y^* < \frac{C_r + C_f + 2C_0 - [U(b) + (1-t_2)E]}{2\Delta T + \alpha J_n + P}$, 对于 $x_1 = 0, x_2 = 1$ 有 $f(0) = 0, f'(0) < 0; f(1) = 0, f'(1) > 0$ 。由此可知, $x_1 = 0$ 为全局唯一稳定策略, 当政府的激励力度达不到一定力度并呈下降趋势时, 企业投资新能源的积极性逐步减弱, 不积极投资策略是其最优选择。

由此可知, $x_1 = 0$ 为全局唯一稳定策略, 当政府的激励力度达不到一定力度并呈下降趋势时, 企业投资新能源的积极性逐步减弱, 不积极投资策略是其最优选择。

(3) 若 $y^* > \frac{C_r + C_f + 2C_0 - [U(b) + (1-t_2)E]}{2\Delta T + \alpha J_n + P}$, 对于 $x_1 = 0, x_2 = 1$ 有 $f(0) = 0, f'(0) > 0; f(1) = 0, f'(1) < 0$ 。此时, $x_2 = 1$ 为全局唯一稳定策略。当政府的激励力度达到一定力度并呈上升趋势时, 企业投资新能源的积极性将逐步增大, 积极投资新能源策略将成为企业的最佳选择, 如图 1 所示。

此时, $x_2 = 1$ 为全局唯一稳定策略。当政府的激励力度达到一定力度并呈上升趋势时, 企业投资新能源的积极性将逐步增大, 积极投资新能源策略将成为企业的最佳选择, 如图 1 所示。

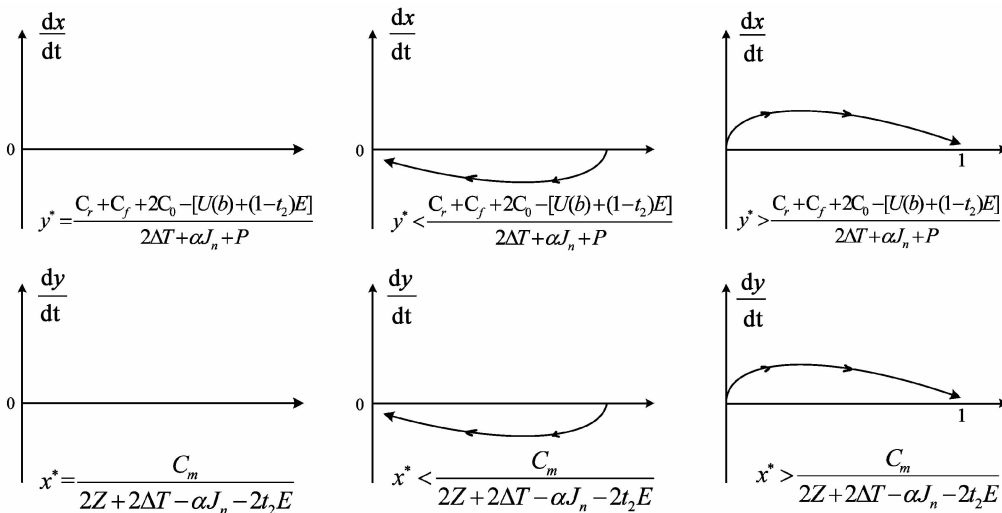


图 1 企业投资新能源与政府激励力度复制动态相位图

2. 政府的博弈演化趋势

政府的博弈演化趋势可参照企业的博弈演化趋势求解过程。政府两种政策的动态变化速度可用如下动态微分方程描述:

$$f(y) = \frac{dy}{dt} = y[E(U_G)_y - E(U_G)_1] = y(1-y)[x(2Z + 2\Delta T - \alpha J_n - 2t_2 E) - C_m]$$

$$f'(y) = (1-2y)[x(2Z + 2\Delta T - \alpha J_n - 2t_2 E) - C_m]$$

$$\text{令 } f(y) = \frac{dy}{dt} = 0, \text{ 解得 } y_1 = 0, y_2 = 1, x^* = \frac{C_m}{2Z + 2\Delta T - \alpha J_n - 2t_2 E} \circ$$

同理, 根据复制动态微分方程稳定性定义及演化稳定策略性质, 若求稳定点 y , 进行如下讨论。

(1) 若 $x^* = \frac{C_m}{2Z + 2\Delta T - \alpha J_n - 2t_2 E}$, 则有 $f(y) = 0, f'(y) = 0$, 即所有 y 轴上的点都是稳定状态, 当企业

投资新能源的比例达到 $x^* = \frac{C_m}{2Z + 2\Delta T - \alpha J_n - 2t_2 E}$ 时, 地方政府采取激励和不激励措施的力度是稳定的。

(2) 若 $x^* < \frac{C_m}{2Z + 2\Delta T - \alpha J_n - 2t_2 E}$, 对于 $y_1 = 0, y_2 = 1$ 有 $f(0) = 0, f'(0) < 0; f(1) = 0, f'(1) >$

0。此时, $y_1 = 0$ 为全局唯一稳定策略。当投资新能源的企业比例太少且有下降的趋势时, 政府采取激励措施的可能性很小, 不采取任何激励措施将成为政府的最优策略选择。

(3) 若 $x^* > \frac{C_m}{2Z + 2\Delta T - \alpha J_n - 2t_2 E}$, 对于 $y_1 = 0, y_2 = 1$ 有 $f(0) = 0, f'(0) > 0; f(1) = 0, f'(1) <$

0。此时, $y_2 = 1$ 为全局唯一稳定策略。当投资新能源的企业的比例达到 $x^* = \frac{C_m}{2Z + 2\Delta T - \alpha J_n - 2t_2 E}$ 并有

上升的趋势时, 地方政府将逐渐加大实施激励措施的力度, 采取有力的激励措施将是政府的最优选择。政府采取激励策略的动态趋势及稳定性, 如图 1 所示。

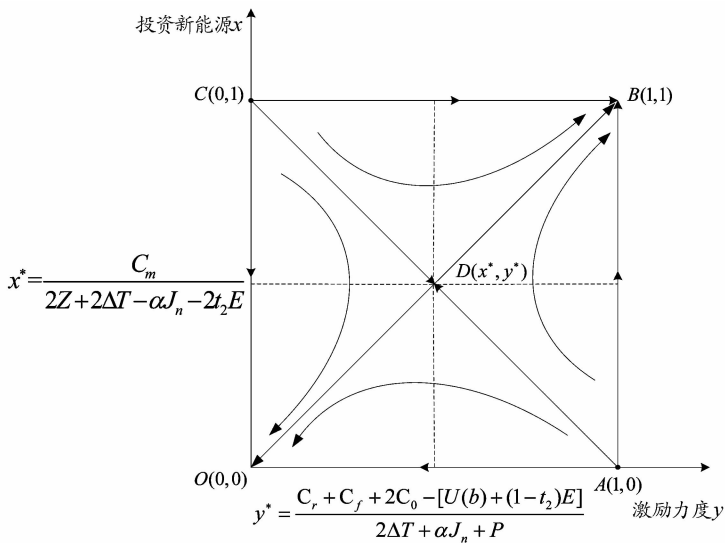


图2 博弈双方的复制动态及稳定性示意图

五、复制动态及其稳定性分析

结合以上分析,进一步将博弈双方的复制动态关系用一个二维的平面坐标来表示(图2)。在图2中,O点和B点是演化稳定点。O点表示政府不采取激励措施,企业也不积极投资新能源;B点表示政府采取强有力的激励措施,企业也积极投资新能源。图2的右上区域双方行为会自动收敛于帕累托最优均衡B点;相反,图2的左下区域双方行为收敛于O点。在图2的其他区域,双方行为收敛方向不确定。具体讨论如下。

若使系统以最大的概率收敛于帕累托最优均衡B(1,1)点,则博弈双方的策略都应该在图2的右上方区域中,即 $D(x^*, y^*)$ 的右上方。此时,要求满足 $x^* > \frac{C_m}{2Z + 2\Delta T - \alpha J_n - 2t_2 E}$, $y^* > \frac{C_r + C_f + 2C_0 - [U(b) + (1 - t_2)E]}{2\Delta T + \alpha J_n + P}$ 。

在式 $x^* = \frac{C_m}{2Z + 2\Delta T - \alpha J_n - 2t_2 E}$ 中,地方政府激励衍生成本 C_m ,对投资新能源企业的收益的税收 $t_2 E$,对投资新能源企业的奖励 αJ_n 与企业投资新能源的积极性 x^* 成正相关关系;地方政府政治资本积累 Z ,对当前收益的税收优惠 ΔT 与企业投资新能源的积极性 x^* 成反向关系。据此,地方政府应加大对企业投资新能源的督导力度(C_m 增大),同时加大对投资新能源企业的奖励(αJ_n 增大)将会增强企业投资新能源的积极性。由于中国新能源发展的特征,如高投入和高成本、消费市场狭小、生产和消费的地域不一致性以及价格形成机制不明晰等,使企业投资新能源的收益 E 具有前期收益较低、中后期收益较高的特征,政府可在投资新能源的初期降低甚至免除税收(使 t_2 尽量变小),随着新能源投资收益的增加而逐渐提高税率 t_2 。另外,政治资本积累 Z 对企业投资新能源产生消极影响,可能的原因是任期、投资效应的滞后性,地方政府为积累政治资本,往往表现出明显的短期效益倾向,忽略了涉及民生与经济、环境等可持续的问题,从而间接损害了企业的投资积极性,因此,中央政府应该慎用此类措施。值得注意的发现是,地方政府对企业当前收益的税收优惠 ΔT 对企业没有积极影响,应更多关注企业投资新能源所取得收益的税收 $t_2 E$ 。因此,政府(中央和地方)应该权衡各影响因素,使得 $x > x^*$,此时,企业的最优选择是积极投资新能源。

在式 $y^* = \frac{C_r + C_f + 2C_0 - [U(b) + (1 - t_2)E]}{2\Delta T + \alpha J_n + P}$ 中,企业投资新能源的投资风险成本 C_r ,资金获取成本 C_f ,机会成本 C_0 与政府的激励力度 y^* 成正相关关系;地方政府对企业奖励 αJ_n ,政府对当前收益的税收优惠 ΔT ,地方政府其他激励政策 P ,企业投资新能源的总收益 $(1 - t_1)E + U(b)$ 与政府激励力度 y^* 成负相关关系。由此可知,一方面, C_r 、 C_f 、 C_0 是影响政府激励力度的积极因素,即企业投资风险成本越高(C_r 越大),地方政府越应该采取各种激励政策,以帮助企业化解投资新能源的风险,促进其投资新能源的积极性。获取资金难度越大(C_f 越大),政府越应该着重于新能源投融资体系的构建、优化及落实,以缓解新能源投资融资难的问题。同时,企业机会成本 C_0 越大,企业投资新能源的积极性就会越弱,就越需要政府采取有力的激励措施,促使企业积极投资新能源。另一方面, αJ_n 对地方政府采取激励的力度有消极影响;同时,根据上述分析, αJ_n 对企业投资新能源的积极性有正向影响,因此政府应该对此进行权衡选择最适当的奖励额。 ΔT 对政府激励力度产生负向影响,据上述分析 ΔT 对企业投资新能源的积极性也有负的影响,因此,对企业当前收益进行税收优惠,以激发企业投资新能源的积极性的效果适得其反,应为政府尽量避免的激励措施。地方政府其他激励政策 P 对政府激励力度有负的影响,可能的原因是 P 作为政府的一项费用, P 越大(尤其激励效果不佳或者见效缓慢)政府采取激励措施越力不从心。最后, $(1 - t_2)E + U(b)$ 对地方政府的激励力度产生负向影响。基于中国新能源发展现状可作如下解释:由于 $U(b)$ 是间接收益,无法度量,更不能对其施以税收,政府只能通过预期收益 E 来影响企业的行为。与传统能源相比,企业投资新能源面临诸多新风

在式 $x^* = \frac{C_m}{2Z + 2\Delta T - \alpha J_n - 2t_2 E}$ 中,地方政府激励衍生成本 C_m ,对投资新能源企业的收益的税收 $t_2 E$,对投资新能源企业的奖励 αJ_n 与企业投资新能源的积极性 x^* 成正相关关系;地方政府政治资本积累 Z ,对当前收益的税收优惠 ΔT 与企业投资新能源的积极性 x^* 成反向关系。据此,地方政府应加大对企业投资新能源的督导力度(C_m 增大),同时加大对投资新能源企业的奖励(αJ_n 增大)将会增强企业投资新能源的积极性。由于中国新能源发展的特征,如高投入和高成本、消费市场狭小、生产和消费的地域不一致性以及价格形成机制不明晰等,使企业投资新能源的收益 E 具有前期收益较低、中后期收益较高的特征,政府可在投资新能源的初期降低甚至免除税收(使 t_2 尽量变小),随着新能源投资收益的增加而逐渐提高税率 t_2 。另外,政治资本积累 Z 对企业投资新能源产生消极影响,可能的原因是任期、投资效应的滞后性,地方政府为积累政治资本,往往表现出明显的短期效益倾向,忽略了涉及民生与经济、环境等可持续的问题,从而间接损害了企业的投资积极性,因此,中央政府应该慎用此类措施。值得注意的发现是,地方政府对企业当前收益的税收优惠 ΔT 对企业没有积极影响,应更多关注企业投资新能源所取得收益的税收 $t_2 E$ 。因此,政府(中央和地方)应该权衡各影响因素,使得 $x > x^*$,此时,企业的最优选择是积极投资新能源。

险,企业投资新能源的收益率前期较低甚至可能出现负的收益,此时,对政府激励力度没有太明显的影响,但投资新能源的中后期,投资新能源的收益逐渐增大,地方政府的激励措施对企业积极性的影响将逐渐减弱,高回报将成为企业积极投资新能源的主要驱使力量。总之,地方政府应权衡各影响因素,使得 $y > y^*$, 此时,地方政府的最优选择是加大激励力度。

综合地方政府和企业的策略选择,当双方的行为概率落在于图2的右上方区域时,则自动收敛于帕累托最优均衡 $B(1,1)$ 点。

六、数值分析

运用 matlab7.10 软件模拟不同初始状态下博弈的动态演化过程,以验证以上模型的分析 and 动态演化的稳定性策略。

在符合逻辑的前提下,假设博弈得益矩阵中各参数值分别为(单位:万元):企业当前收益 $M = 2000$, 当前综合税率为 $t_0 = 10\%$, 则 $T_0 = t_0 M = 200$; 投资新能源的期初预期收益 $E = 500$, 间接收益为 $U(b) = 300$, 投资风险成本 $C_r = 500$, 资金获取成本 $C_f = 300$, 机会成本 $C_0 = 200$; 对投资新能源企业的当前收益的优惠税率 $t_1 = 5\%$, 则当前的优惠税收 $T_1 = t_1 M = 50$, 当前收益的税金优惠 $\Delta T = (t_0 - t_1) M = 150$, 投资新能源所取得的收益的税率 $t_2 = 5\%$, 则 $T_2 = t_2 M = 25$, 激励衍生成本 $C_m = 80$; 地方从中央获得的奖励费用 $J_n = 1000$, 奖励费用分配比例 $\alpha = 40\%$, 则企业从地方获得的奖励费用 $J_s = \alpha J_n = 400$; 政治资本积累 $Z = 120$, 其他政策激励 $P = 80$ 。企业投资新能源策略选择的动态演化过程如下。

(1) 若 $y < 0.5$ 时,取 $y = 0.3$, 如图3所示,企业在投资新能源策略各初始比例下,其策略最终收敛于0, 即当政府选择的激励力度较小时企业将采取不积极投资新能源的策略。

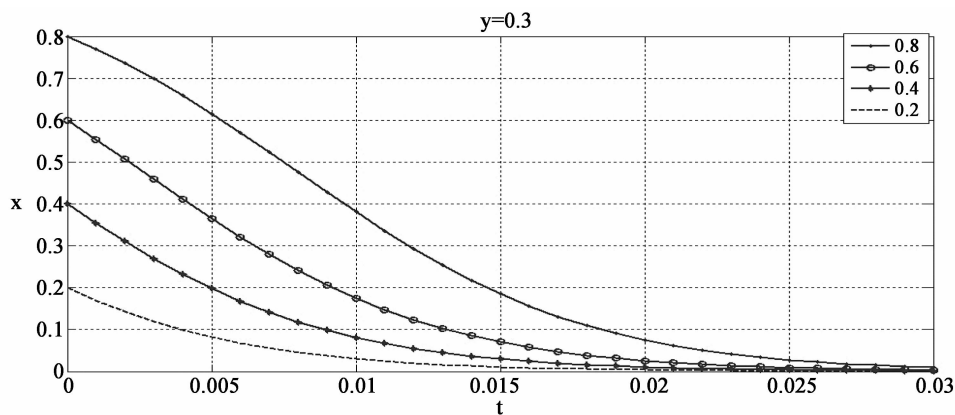


图3 $y = 0.3$ 时, x 随时间变化的数值分析

(2) 若 $y > 0.5$ 时,取 $y = 0.8$, 如图4所示,企业在投资新能源策略各初始概率下,其策略最终收敛于1, 即当政府选择的激励力度较大时企业将采取积极投资新能源的策略。

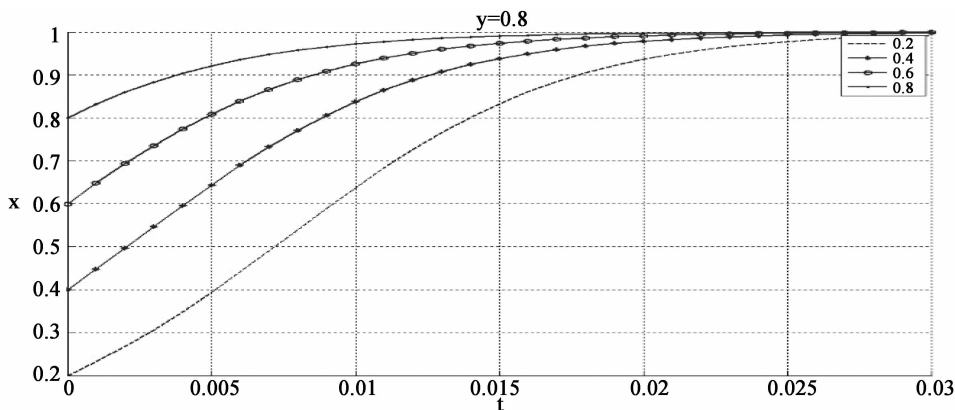


图4 $y = 0.8$ 时, x 随时间变化的数值分析

七、结论与启示

新城镇化是中国经济转型和可持续发展的重要战略举措,运用演化博弈的基本理论对企业和政府的决策行为进行分析,使中国在新城镇化战略过程中,在解决新能源投融资问题上的国家意志和政府决心通过

企业与政府的演化动态博弈得以体现,这是能源经济的一个理论探讨,也是调整中国经济结构、转变发展模式的积极探索。研究结果的政策启示如下。

(1) C_r 、 C_f 、 C_0 是政府采取力度大小的重要前提。政府应先考察 C_r 、 C_f 和 C_0 状况,据此采取激励策略。这些因素越大,政府越应该采取强有力的激励策略,才能达到激发企业投资新能源的积极性的目的,进而推进新城镇化战略进程。

(2) αJ_n 对地方政府激励力度和企业投资积极性的作用力相反。在实践中,政府应权衡其数值,以求在企业投资新能源积极性和地方政府激励力度之间找到平衡。

(3) ΔT 对政府激励力度和企业投资新能源的积极性都形成负向影响。地方政府对企业当前收益进行税收优惠,以激发企业投资新能源的积极性的效果适得其反,应为尽量避免的激励措施。

(4) C_m 对企业投资积极有正向的影响。政府应将加强对投资新能源的企业的督导、协调力度,这有助于企业更积极地投身于新能源;而 Z 却起着消极的作用,中央政府应该改变激励策略或将地方政府的政治资本积累隐性化; P 对政府激励力度有负的影响,可能的原因是 P 作为政府的一项费用, P 越大(尤其激励效果不佳或者见效缓慢)政府采取激励措施越力不从心。

(5) $t_2 E$ 对政府的激励力度和企业投资积极性的影响应具体分析。基于中国新能源产业发展现状,企业投资新能源面临的风险 β 包括产业风险、政策风险、市场风险和技术风险等,企业投资新能源的收益率前期较低甚至可能出现负的收益,此时,对政府激励力度没有太明显的影响,但到投资新能源的中后期,收益逐渐增大,地方政府的激励措施对企业积极性的影响将逐渐减弱,高回报将成为企业积极投资新能源的主要驱使力量。

由此可知,政府所采取的策略在企业是否投资新能源的策略选择上起到重要的引导作用,企业决策行为根据政府激励力度大小的影响,同时也反作用于政府的政策选择。假使政府的政策设计与选择得当,基于此构建起新能源投融资机制,可以加快新城镇化发展的战略进程。

参考文献:

- [1] 闫强,陈毓川,王安建,等. 我国新能源发展障碍与应对: 全球现状评述[J]. 地球学报,2010,31(5):759-767.
- [2] 谢识予. 有限理性条件下的演化博弈理论[J]. 上海财经大学学报,2001,3(5):3-9.
- [3] MAYNARD S J, PRICE G R. The logic of animal conflicts [J]. Nature, 1973,246:15-18.
- [4] TAYLOR P D, JONKER L B. Evolutionarily stable strategy and game dynamics[J]. Math bioscience, 1978,40:145-156.
- [5] 王文宾. 演化博弈论研究的现状与展望[J]. 统计与决策,2009(3):158-161.
- [6] COWEN T, KROZNER R. The development of the new monetary economics[J]. Journal of Political Economics, 1987,95:567-590.
- [7] BASU K. Civil institutions and evolution: Concepts, critique and models[J]. Journal of Development Economics, 1995, 46: 19-33.
- [8] FRIEDMAN D, FUNG K C. International trade and the internal organization of firms: An evolutionary approach [J]. Journal of International Economics, 1996, 41: 113-137.
- [9] LEE C K. Analysis on the evolutionary game of innovative financial system [J]. Journal of American Academy of Business, 2007(5): 338-343.
- [10] GUTH W, MENERL F, OCKENFELS A. An evolutionary analysis of buyer insurance and seller reputation in online markets [J]. Theory and Decision, 2007,10: 265-282.
- [11] SARAVIA A. Institutional change from an evolutionary perspective: the Mexican experience [J]. Constit Polit Econ, 2008, 19: 129-147.
- [12] NOAILLY J, BERGH J, WITHAGEN C. Local and global interactions in an evolutionary resource Game[J]. ComputEcon, 2009, 33: 155-173.
- [13] DMITRIOU L, TSEKERIS T. Evolutionary game-theoretic model for dynamic congestion pricing in multi-class traffic networks [J]. Netnomics, 2009(10):103-121.
- [14] 黄敏镁. 基于演化博弈的供应链协同产品开发合作机制研究[J]. 中国管理科学,2010,6(18):155-162.

- [15] 许民利,王俏,欧阳林寒. 食品供应链中质量投入的演化博弈分析[J]. 中国管理科学,2012,20(5):136-141.
- [16] 许肖瑜,周德群. 基于演化博弈的新兴产业进入问题研究[J]. 技术与创新管理,2008(11):600-606.
- [17] 郭本海,方志耕,刘卿. 基于演化博弈的区域高耗能产业退出机制研究[J]. 中国管理科学,2012,12(4):79-85.
- [18] 刘良灿,张同健. 组织隐性知识转移的演化博弈——基于互惠性企业环境[J]. 技术经济与管理研究,2011(2):38-41.
- [19] 刁丽琳. 合作创新中知识窃取和保护的演化博弈研究[J]. 科学学研究,2012,30(5):721-728
- [20] 谷慎,张俊,邓旭萍. 双重二元结构下化解西部农村融资难的对策——基于演化博弈理论的研究[J]. 当代经济科学,2011,33(1):33-39,125.
- [21] 杨德勇,董左卉子. 证券市场羊群效应的演化博弈分析[J]. 北京工商大学学报:社会科学版,2007,22(4):21-26.
- [22] MAYNARD S J. The theory of games and the evolution of animal conflicts [J]. Journal of Theory Biology, 1974, 47:209-221.
- [23] 约翰·梅纳德·史密斯. 演化与博弈论[M]. 潘春阳,译. 上海:复旦大学出版社,2008:1-28.

Research on Investment and Financing Mechanism of New Energy Sources of the New Urbanization Based on Evolutionary Game Theory

ZHENG Yuelong¹, ZHANG Weiguo^{1,2}

(1. School of Economics and Business Administration, Chongqing University, Chongqing 400044, P. R. China;

2. College of Economics and Management, Southwest University, Chongqing 400715, P. R. China)

Abstract: The new urbanization is a historical reflection on the traditional urbanization, the targets of new urbanization are constrained to increasingly exhausted energy and ecological destruction which lead to unsustainable economy, so actively developing new energy sources plays a important role in new urbanization. For that reason, in the new energy sources context, this paper employs evolutionary game theory to build evolutionary game model of investment and financing mechanism of new energy sources, pays a greatly attention to analyzing the factors affecting strategy selection of each game subject in order to explore evolutionary stable strategy. The dynamic evolutionary process in different initial state is examined with the aid of numerical analysis. In addition, this paper puts forward a series of policy suggestions in new energy sources development.

Key words: new urbanization; new energy sources; investment and financing mechanism; evolutionary game theory

(责任编辑 傅旭东)