

# 基于节能减排的区域低碳创新系统协同激励模型研究

张宁<sup>1</sup>, 陆小成<sup>2</sup>, 杜静<sup>3</sup>

(1. 武汉理工大学 管理学院, 湖北 武汉 430070; 2. 清华大学 科技与社会研究中心, 北京 100084;

3. 湖北大学 学工处, 湖北 武汉 430064)

**摘要:** 诠释了区域低碳创新系统的内涵; 指出, 区域低碳创新系统需要从减少能源浪费和降低废气排放层面构建区域低碳创新系统的协同激励机制, 并从技术、制度、文化等层面提出了激励低碳创新的对策。

**关键词:** 区域低碳创新系统; 节能减排; 协同激励

中图分类号: F091.354

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2010)13-0029-04

## 1 区域低碳创新系统的内涵

国际社会在应对气候变化的挑战中逐渐认识到, 解决气候变化问题的根本出路在于切断经济增长和温室气体排放之间的联系, 建立一种低碳型经济发展模式<sup>[1]</sup>。所谓低碳经济, 就是以低能耗、低污染为基础的经济发展模式<sup>[2]</sup>, 是通过制度框架和政策措施的制定以及技术创新, 形成明确、稳定和长期的引导及鼓励, 推动高能效、节约能源、可再生能源和温室气体减排技术的开发和运用, 促进整个经济发展朝高能效、低能耗和低碳排放的模式转变。

发展低碳经济符合我国的当前和长远利益, 是经济与社会发展的必然要求。低碳经济的实质是高效率能源和清洁能源的结构问题, 核心是低碳技术、低碳制度、低碳文

化的创新, 涉及低碳产品、低碳技术、低碳能源的开发利用, 以及区域或国家低碳创新系统的构建。所谓区域低碳创新系统指的是在特定区域内, 与低碳技术创新全过程相关的政府、企业、科研院所、中介服务机构、顾客等要素协同与互动创新的网络体系。区域低碳创新系统的构建目的是满足国家和区域低碳经济、低碳社会发展的要求, 提升区域低碳技术和低碳制度的创新能力和创新效率<sup>[3]</sup>, 是基于企业低碳创新系统、产业低碳创新系统的进一步发展, 并为国家低碳创新系统和全球低碳创新系统的构建提供重要支撑和实践基础, 如图1所示。本文应对气候变化, 探讨了区域低碳创新系统的协同激励模型, 进而基于节能减排的要求, 提出区域低碳创新系统协同激励的对策选择, 以促进我国节能减排和低碳经济的形成。

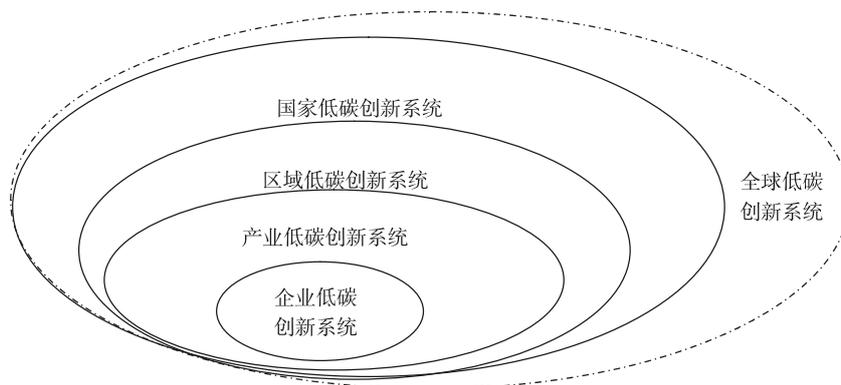


图1 区域低碳创新系统在国家低碳创新系统中的位置

收稿日期: 2009-09-01

基金项目: 教育部人文社科基金青年项目(09YJC630137); 中国博士后科学基金特别资助项目(200902113)

作者简介: 张宁(1970-), 男, 湖北武汉人, 武汉理工大学管理学院博士生, 湖北警官学院副研究员, 研究方向为产业集群与区域经济; 陆小成(1978-), 男, 湖南耒阳人, 管理学博士, 清华大学科技与社会研究中心博士后, 研究方向为区域低碳创新系统与产业经济; 杜静(1976-), 女, 湖北武汉人, 湖北大学学工处讲师, 研究方向为产业集群与区域经济。

## 2 区域低碳创新系统的协同激励模型构建

### 2.1 协同激励模型

西方学者从市场在处理环境问题中的外部性“失效”问题出发，提出了一系列的内部化措施，这些“内部化”措施主要是“大棒型”与“胡萝卜型”(Coombs, 1972)<sup>[4]</sup>，成为解决环境污染问题和激励低碳创新的主流。然而，环境污染问题的解决不仅仅涉及“市场失效”，还涉及“政策失效”与“信息失效”等多重因素(Turner, 1991)<sup>[5]</sup>。因此，研究区域低碳创新系统的协同激励，不仅要研究内部化措施的匹配

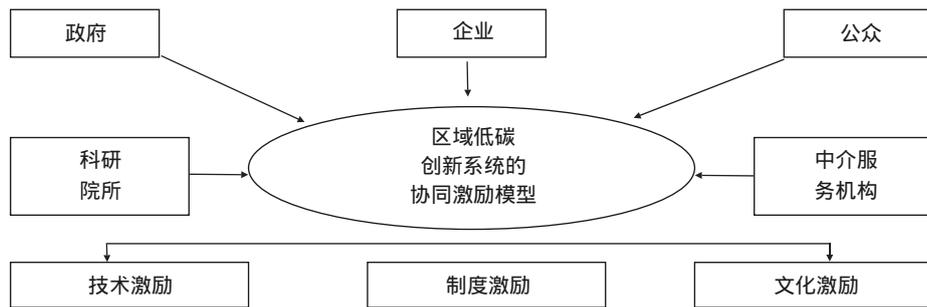


图2 区域低碳创新系统的协同激励模型

在区域低碳创新系统的协同激励模型中，政府、企业、科研院所、中介服务机构、顾客之间的协同激励是通过技术、制度、文化等层面的激励发生协同作用。主要表现为：

技术激励，即从供给方角度促进低碳技术知识的供应。主要包括建立面向公众的低碳技术研究与发展中心、示范工程中心以及促进技术知识流传播的技术信息扩散机构、技术咨询公司与技术转移机构等。制度激励，即通过有效的低碳创新制度安排、环境产权的界定来调整资源的配置，从而促进低碳技术的创新。其主要方法包括法律手段、市场方法及非市场的经济方法。文化激励，即通过低碳创新文化的培育与塑造，营造有利于区域低碳创新系统的社会文化环境。以上3种激励机制主要体现在政府与企业之间的委托代理关系。企业是低碳创新的重要主体和实现载体；政府作为公共利益的代表者，必然在低碳创新的“外部性”治理中充当主体角色。因此，有必要研究政府与企业之间的协同激励委托代理关系。

### 2.2 协同激励的委托代理模型

在低碳创新系统中，政府与低碳创新企业构成了委托代理关系。假设拥有信息优势的低碳创新企业为代理人，处于信息劣势的政府为委托人，二者形成委托代理关系。委托代理理论的目的是研究在利益相冲突和信息不对称的环境下，委托人如何设计最优契约来激励代理人，即在满足激励相容约束与参与约束条件下，寻求一种制度安排，使委托人期望效用最大化。假设政府想使低碳创新企业按照自己的利益行动，但是无法观测低碳创新企业在行动集A中采取何种行动(即努力水平)，a代表低碳创新企业的一种特定行为， $a \in A$ ；能观察到的只是低碳创新企业的产出y。在创新过程中存在噪音，即存在不为政府和低碳创新企业控制的外生随机变量e，并假定e独立同分布，且服从均值为0，方差为 $\sigma^2$ ，分布函数为 $f(\theta)$ 的概率分布。低碳创新

与组合，而且要研究低碳经济政策、产业政策中有利于低碳创新的政策手段的匹配。有学者将技术的激励工具分为3类，即技术供给激励、结构激励和环境激励<sup>[6]</sup>。而区域创新系统的构建是区域地方政府把企业、大学、科研机构、中介服务机构在区域内进行集成和协调创新的过程<sup>[7]</sup>。本文借鉴以上学者的研究成果，提出了区域低碳创新系统的协同激励模型，即区域低碳创新系统中政府、企业、科研院所、中介服务机构、公众等要素的协同及其相关技术、制度、文化的激励与互动。这些低碳创新要素之间的互动与协同是区域低碳创新系统的基本动力，如图2所示。

企业的产出水平(直接所有权为政府)由低碳创新企业努力水平和噪音共同决定，即 $y=y(a, \theta)$ 。假定y是a的严格递增凸函数，即给定e，低碳创新企业越努力，产出水平越高，努力的边际产出率越递减。委托代理问题的关键在于政府对激励契约 $(w(y))$ 的设计，根据观测到的产出对低碳创新企业进行奖惩。政府和低碳创新企业的期望效用函数分别为<sup>[8]</sup>：

$$\text{政府： } n[y - w(y)] = n[y(a, \theta) - w(a, \theta)]$$

$$\text{低碳创新企业： } u[w(a, \theta) - c(a)]$$

假设政府和低碳创新企业均为风险厌恶者或中性者，即 $v'' < 0, v''' < 0$ ； $u'' > 0, u''' < 0$ ； $c(t)$ 代表低碳创新企业进行低碳创新带来的负效用， $c(t)$ 是凸函数，有 $c' > 0, c'' > 0$ ，即低碳创新的边际负效用是递增的。政府和低碳创新企业的冲突在于 $\eta_y / \eta_a > 0$ ， $\eta_c / \eta_a > 0$ ，前者代表政府希望企业加强低碳创新，后者代表低碳创新企业希望减少低碳创新成本。由此，问题转化为政府如何选择a和 $w(a, \theta)$ ，使自己的期望效用最大化，同时满足低碳创新企业的两个约束：

$$\max_{a, w(a, \theta)} \int [y(a, \theta) - w(a, \theta)] f(\theta) d\theta$$

$$\text{s.t. } \int [w(a, \theta)] f(\theta) d\theta - c(a) \geq u(w_0)$$

$$\int [w(a^h, \theta)] f(\theta) d\theta - c(a^h) \geq \int [w(a^l, \theta)] f(\theta) d\theta - c(a^l), \quad a^h \hat{=} A$$

第一个约束称为个体理性约束(Individual rationality constraint)，即满足低碳创新企业进行低碳创新所获得的预期效用大于其不进行低碳创新时带来的效用。第二个约束是激励相容约束(Incentive compatibility constraint)，就是要满足低碳创新企业高努力所获得的预期效用增加要大于其负效用的增加。假设代理人效用方程<sup>[9]</sup>为 $u(a, \theta) = -e^{-r[w - c(a)]} = -e^{-r[s + \beta a - c(a)]}$ 。这里假定产出关系是线性的，即 $y = a + e$ ；政府提供一份线性契约，即 $w = s + \beta y$ 。其中， $\beta$ 代表激励系数，s代表政府付给低碳创新企业的低碳创新补贴；r代表低碳创新企业的风险厌恶度，或风险规避程度，有 $r > 0$ 。假设低碳创新企业负效用方程为：

$c(a) = \frac{1}{2}ua^2$ ,  $u$  表示负效用函数的系数。为满足  $c(a)$  的凸性

假设, 令  $\mu > 0$ , 假设  $e: N(0, s^2)$ , 即有  $f(e) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{e^2}{2s^2}}$ 。

经过一系列变换, 最终可得  $\beta^* = \frac{1}{1+r\mu s^2}$ 。因为风险系数  $r > 0$ , 低碳创新企业努力的边际负效用递增, 即  $c''(a) = \mu > 0$ , 可知最优激励系数  $\beta^*$  为正。当创新中的风险  $s^2$  无穷大时, 激励系数为 0, 此时激励被保险取代; 当风险为 0 时, 激励系数达到最高, 为 1, 因而  $\beta^*$  介于 0~1 之间。可见, 低碳创新企业的风险厌恶度越高, 或者创新中的不确定程度越高(方差越大), 那么  $\beta^*$  越小, 代表激励效果越差。在区域低碳创新系统的构建中, 必须给低碳创新企业持续的利益预期, 充分考虑低碳创新企业的创新风险, 采取有效的协同激励对策。

### 2.3 区域低碳创新系统的协同激励是多元交互的激励

在区域低碳创新系统中, 进行低碳创新的企业或者其他组织或个人是有限理性的。区域低碳创新系统中的要素很多, 协同激励是多元要素之间的交互作用, 各要素对于外部信息并非只是被动地接受, 其低碳创新行为会对激励工具的调整产生影响, 创新与激励工具之间是一个交叉互动过程, 涉及到创新行为主体的特征, 而激励机制和创新主体的协同作用主要是通过通过对企业低碳创新战略选择的影响及战略的实施来完成的。Kemp K.等(1992)通过实证研究<sup>[10]</sup>, 归纳了企业种种与生态有关的战略模式, 即漠视型(indifferent)、防御型(defensive)、主动型(offensive)和创新型(innovative)。借鉴杨发明、吕燕(1998)等学者的研究成果, 本文提出了区域低碳创新系统的协同激励框架, 如图 3 所示。

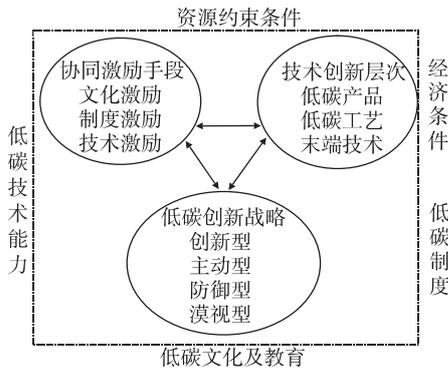


图 3 区域低碳创新系统的协同激励框架

表 1 低碳技术创新层次与创新环境的匹配

	末端技术	低碳工艺	低碳产品
技术特征	附加型	部分一体化	一体化
技术创新	环境纳污能力部分生产要素化	环境纳污能力部分生产要素化	环境纳污能力部分生产、消费要素化
消费偏好	货币、物品的拥有适宜生存的环境质量	货币、物品的拥有适宜生存的环境质量	物品效应的拥有适宜生存的环境质量
信息传递	低碳技术知识储备与积累不足; 企业外部信息网络已建立	低碳技术知识储备较丰富; 企业内部信息交流网络已建立	低碳技术知识储备丰富; 完善的企业内外部信息网络
社会环境	环境意识: 先污染, 后治理	污染源于生产	污染源于生产—消费—处理全过程
	环境教育: 普及型	工程教育	工程教育与道德教育
	经济水平: 一般	较高	高
	产业结构: 与环保产业相关联的产业支持	供应商—生产商的密切合作	供应商—生产商—用户的密切合作

## 3 区域低碳创新系统协同激励的对策选择

区域低碳创新系统的协同激励机制需要从减少能源浪费和降低废气排放层面进行构建。应基于特定的选择环境、低碳技术创新的不同层次、激励传递通道, 即创新主体的行为特征, 适当运用有效的激励工具, 与之匹配与协同, 从技术、制度、文化等激励层面选择有效的低碳创新协同激励对策。基于节能减排要求, 区域低碳创新系统协同激励的对策主要包括以下几个方面:

### 3.1 强化低碳技术创新

(1) 促进低碳技术层次与选择环境的匹配。发展低碳技术对环境的选择表现出独有的差异, 其对应着不同的技术文化和生存文化; 由于技术进化程度的差异, 不同层次特征的低碳技术对环境的选择要求及其与现实环境的差距是不同的。根据其有与现有环境匹配的难易度, 可将区域低碳创新系统分为: 末端治理技术创新, 即不需要进行现有生产工艺的改变, 直接附加于现有生产过程, 目的在于处理已产生的污染; 低碳工艺创新, 即需要进行生产工艺的创新, 在生产过程中将污染减少到最低程度; 低碳产品创新, 即从全生命周期角度对设计、生产、销售到消费全过程都要求能预防与减少污染, 包括产品更新, 生产低废、少废和可回用产品等。区域低碳创新系统由于技术进化与特征的不同, 显示出层次级别的高低, 所需的创新环境也会出现差异; 激励机制的设计应当针对不同层次的低碳技术创新和创新环境而有所侧重, 如表 1 所示<sup>[11]</sup>。

(2) 组织培育低碳创新型企业, 构建低碳技术研发服务平台。要围绕资源的高效循环利用, 积极开展替代技术、减量技术、再利用技术、资源化技术、系统化技术等关键技术研究, 突破制约低碳经济发展的技术瓶颈, 加快节能减排技术的研发和节能减排技术的产业化, 加快建立节能减排技术服务体系。

(3) 加快区域产业的低碳化改造, 推进低碳的工业、农业科技园区建设, 构建跨产业低碳创新链, 推进行业间废物循环。

(4) 加快产业结构调整, 大力发展第三产业。要以专业化分工和提高社会效率为重点, 积极发展生产性服务业, 提升生活性服务业, 大力发展高技术产业, 坚持走新型工业化道路, 促进传统产业升级。

(5)加强低碳创新各要素之间的协同激励,构建全球低碳创新的合作网络。

3.2 建立低碳创新制度,健全低碳创新绩效评价体系

(1)构建低碳创新型社会组织机构,研究制定发展低碳创新的各项制度措施,要设立发展低碳创新、建设节约型社会的专项资金,重点扶持低碳创新项目、节能降耗活动、减量减排技术创新补助等。

(2)强化节能减排管理。构建节能目标责任和评价考核制度,执行固定资产投资项目的节能评估和审查制度,强化对重点耗能企业,特别是千家企业节能工作的跟踪、指导和监管,对未按要求采取措施的企业向社会公告,限期整改。

(3)构建低碳创新政策的激励约束机制。要积极稳妥地推进资源性产品价格改革,完善有利于节能减排的财政政策,实行有利于节能减排的税收政策,研究试行强制采购节能产品的办法;制定更加有效的低碳创新激励政策,鼓励社会低碳消费、政府低碳采购,开拓低碳产品市场;设立碳基金,激励低碳技术的研究和开发,确立国家碳交易机制<sup>[11]</sup>。

3.3 培育低碳创新文化环境,促进公众参与低碳创新

节能减排和低碳创新涉及到公众的切身利益,离不开与公众的协同互动,因此需要培育低碳创新文化氛围、强化低碳创新的公众参与。

(1)培育低碳创新的公众参与意识。公众参与意识来自公众在低碳创新中主体地位的确认,而这种主体地位的确认只有在参与低碳经济建设事务的决策过程中才可能实现。

(2)畅通公众参与渠道。要建立公众参与低碳创新的制度体系,实行规范化管理,为公众参与提供更多渠道,使公众参与合理、合法,使更多公民自觉地参与低碳社会和社区的创建活动。

(3)引导培育低碳创新民间组织,提高其参与水平。

参考文献:

[ 1 ] 庄贵阳.低碳经济 :气候变化背景下中国的发展之路 [ M ].北京 :气象出版社 ,2007 2.

[ 2 ] 庄贵阳.中国经济低碳发展的途径与潜力分析 [ J ].太平洋学报 ,2005(11) :79-87.

[ 3 ] 陆小成.区域低碳创新系统的构建 :基于技术预见的视角 [ J ].科学技术与辩证法 ,2008(6) :98.

[ 4 ] COOMBS ,H.C. Matching Ecological and Economic Realities” , The Economic Record.1972.

[ 5 ] TURNER ,R.K.Sustainable Environmental Management : Principles and Practice [ M ].London :Belhaven.1988 :1-25.

[ 6 ] 杨发明 ,吕燕.绿色技术创新的组合激励研究 [ J ].科研管理 ,1998 ,19(1) :41-44.

[ 7 ] 杜静 ,陆小成 ,罗新星.区域创新系统的生态化问题研究 [ J ].财经理论与实践 ,2007 ,28(3) :88-91.

[ 8 ] 马君.基于绩效评价的组合激励研究 [ EB/OL ].http : //graduate.swufe.edu.cn/xueshuhuiyi/manage/wenjian/lunwen/2006\_04\_21\_1160462168\_lunwen.doc

[ 9 ] ROBERT GIBBONS , AND KEVIN J. MURPHY. Subjective performance measures in optimal incentive contracts [ J ]. Quarterly Journal of Economics ,1994(9) :25-56.

[ 10 ] KEMP K. The greening of technological progress : an evolutionay perspective [ J ].Future ,192 :437-457.

[ 11 ] 杨发明 ,吕燕.绿色技术创新的组合激励研究 [ J ].科研管理 ,1998 ,19(1) :41-44.

[ 12 ] 付允 ,马永欢 ,刘怡君 等.低碳经济的发展模式研究 [ J ].中国人口·资源与环境 ,2008(3) :16-18.

(责任编辑:胡俊健)

## Research on the Synergy Incentive Model of Regional Low-carbon Innovation System Based on Energy Saving and Emission Reduction

Zhang Ning<sup>1</sup> , Lu Xiaocheng<sup>2</sup> , Du Jing<sup>3</sup>

(1.Business College, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070 , China;

2.the Center of Science and Society Research, Tsinghua University, Beijing 100084 , China;

3. Department of Student Service, Hubei University, Wuhan 430064 , China)

**Abstract :** Based on the requirements of energy saving and emission reduction, in the regional low-carbon innovation system, the incentive synergies includes the government, enterprises, research institutes, intermediary service organizations, customers and other elements and the related technologies, institutions and cultures of innovation incentives and interaction. Regional low-carbon innovation system needs to reduce energy waste and reduce the emission level, by building regional low-carbon innovation systems incentives, from technical, institutional, cultural and other aspects of synergy incentives to choose effective countermeasures in the low-carbon innovation incentives.

**Key Words :** Regional Low-carbon Innovation System; Energy Saving and Emission Reduction; Synergy Incentive