

文章编号:1005-2542(2024)01-0104-20

## 基于政企金介四方演化博弈的企业专利市场价值转化研究

任声策<sup>1</sup>, 操友根<sup>1</sup>, 杜梅<sup>1</sup>, 芮绍炜<sup>2</sup>

(1.同济大学 上海国际知识产权学院, 上海 200092; 2.上海市科学学研究所, 上海 200031)

**【摘要】**创造、保护、运用是企业专利生态体系的重要环节,而加快市场价值转化是促进企业专利生态闭环发展的关键举措。鉴于国内技术市场庞大但优质专利缺乏的现实背景,提升企业专利市场价值转化水平的关键是发现高市场价值专利和识别低市场价值专利,从源头上规避后续转化过程中因评估难导致的质押难、融资难、交易难等问题,而增强专利市场价值可见性则极大依赖于企业信息披露策略、科技中介机构推广、金融机构投资意愿以及政府监管政策。基于专利生态系统视角,构建政府-企业-科技中介机构-金融机构四方博弈模型,探究四方博弈演化关系和均衡稳定策略,并通过 Matlab 仿真模拟廓清影响各博弈主体策略选择的关键因素。研究结果表明:四方主体博弈系统存在均衡稳定策略,其中企业和政府是决定博弈系统演化的决定力量;各主体对彼此初始策略选择的影响程度体现出显著的不对称性特征;当各主体策略选择、演化速度与维持时间均随策略执行成本的变化而变动时,仅企业和政府对信息披露收益变化的反应更敏感;政府规制对不同博弈主体的策略选择具有重要的引导及纠偏作用,尤其是企业的策略性专利信息公开行为。研究从专利市场价值发现与转化四方演化博弈视角出发,丰富和拓展了科技成果转化研究与方法论,并对指导政府如何引导专利生态系统各主体从事专利市场价值转化协同行动具有较强的现实意义。

**关键词:**专利市场价值转化;专利市场价值发现;四方演化博弈;政企金介协同

**中图分类号:**C 93; F 062.4; G 311 **文献标志码:**A **DOI:**10.3969/j.issn.1005-2542.2024.01.008

## Transformation of Enterprise Patent Market Value Base on the Perspective of the Four-Party Evolutionary Game

REN Shengce<sup>1</sup>, CAO Yougen<sup>1</sup>, DU Mei<sup>1</sup>, RUI Shaowei<sup>2</sup>

(1.Shanghai International College of Intellectual Property, Tongji University, Shanghai 200092, China;

2.Shanghai Institute for Science of Science, Shanghai 200031, China)

**【Abstract】**Creation, protection, and application are important links in the enterprise patent ecological system, and accelerating the transformation of market value is the key measure to promote the closed-loop development of the enterprise patent ecological system. In view of the reality of a large domestic technology market but a lack of high-quality patents, the key to improving the transformation level of enterprise patent market value is to discover the patent with a high market value and identify the patent with a low market value, so as to avoid problems such as difficulty in pledging, financing, and transaction caused by difficult evaluation in the subsequent transformation process from the source. However, enhancing the visibility of the market value of patent greatly depends on enterprise information disclosure strategies, promotion of science and technology intermediary institutions, investment willingness of financial institutions and government regulatory policies. Therefore, from the perspective of the patent

收稿日期:2022-12-07

基金项目:国家自然科学基金资助项目(72072129);中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(22120210242)

作者简介:任声策(1975-),男,教授,博士生导师。研究方向为战略管理、创新创业管理与知识产权管理。

通信作者:操友根(1992-),男,博士生。E-mail:1395642183@qq.com

ecological system, this paper, by constructing a four-party game model of government, enterprise, science and technology intermediaries, and financial institutions, studies the evolutionary relationship and equilibrium stability strategy of four-party game, and analyzes the key factors affecting the strategy selection of each entity through Matlab simulation. The results show that there are equilibrium and stability strategies in the four-party game system, in which the enterprise and the government are the decisive forces to determine the evolution of the game system. The influencing degree of each entity on other's initial strategy selection shows an obvious asymmetry. When the strategy choice, evolution speed, and maintenance time of each entity change with the change of strategy implementation cost, only enterprises and governments are more sensitive to the change of information disclosure benefits. Government regulation plays an important role in guiding and correcting the strategic choice of different game entities, especially the strategic patent information disclosure behavior of enterprises. Based on the perspective of the four-party evolutionary game of the discovery and transformation of patent market value, this paper enriches and expands the content and methodology of the transformation of scientific and technological achievements, and has a strong practical significance for guiding the government to inspire the ecological entities of patent to engage in the coordinated action of the transformation of patent market value.

**Keywords:** transformation of patent market value; discovery of patent market value; four-party evolutionary game; government-enterprise-finance-intermediary synergy

科技自立自强时代,推动中国经济高质量发展,必须提升原始创新能力,增强高质量科技供给,这要求加快贯彻落实知识产权强国建设战略,大幅提升知识产权保障、激励创新并最终促进创新转化为现实生产力的效用。然而,自改革开放以来,中国知识产权保护工作虽取得举世瞩目的进步,快速跻身全球知识产权创造大国之列,但仍面临专利市场价值转化难题,表现为专利创造运用效率不高,专利创造与运用脱节问题<sup>[1-2]</sup>。其中,企业作为最重要的创新主体之一,其专利实施率虽高达70%<sup>[3]</sup>,却较少通过技术许可、转让等方式进行外部技术商业化活动<sup>[4-6]</sup>,可能导致大量专利处于“沉睡”状态<sup>[7-9]</sup>。因此,如何进一步深化企业专利商用化尤其是外部商用化利用水平成为理论界与产业界关注的关键议题。

从实践来看,企业专利外部商用化水平依赖于技术要素市场的发展,而后者的根基是丰富的优质专利。虽然现阶段中国专利数量规模庞大,但优质专利比率低。表现为:①发明专利占比低;②发明专利维持年限短;③专利保护范围相对狭窄,平均权利要求数相对于国外来华专利明显偏低;④专利权利稳定性较低。统计分析显示,中国专利无效诉讼成功率为60%。原因在于:一方面,开放创新范式推动企业与大学或科研院所的创新互动与合作,但由于企业与大学或科研院所之间存在机制壁垒<sup>[10-12]</sup>,增加产学研合作专利的市场价值转化难

度<sup>[13-14]</sup>;另一方面,企业基于非市场动机如作为谈判筹码、强化企业形象、迎合政府监管、攫取政策优惠等而申请的策略性专利<sup>[15-17]</sup>以及政府基于预期目标而设置的指标性专利<sup>[18]</sup>,最终促使技术交易市场中专利总量不断增加,并充斥着大量低市场价值的专利。加之专利专业性强,促使高市场价值专利缺乏且难以发现,进而导致专利评估难、质押难、交易难、变现难,并反过来对企业专利市场价值转化形成阻碍。

现有文献对企业专利市场价值转化难的研究已取得一定成果,主要聚焦于环境、过程及体制机制对产学研科技成果转化障碍<sup>[1,19-22]</sup>和企业专利市场化困境<sup>[23-27]</sup>的研究,在此基础上,以企业间、企业与高校或科研院所为基本博弈主体,引入经济学方法构建博弈模型并展开分析<sup>[28-32]</sup>。上述研究成果对专利市场价值转化具有参考作用,但仍存在3个问题:

(1) 在研究对象方面,学者多重点关注产学研合作科技成果转化中高校或科研院所的体制机制问题<sup>[1,20]</sup>,而从企业视角对专利市场价值转化问题的研究不足。

(2) 在研究内容方面,已有文献对企业科技成果转化难成因的研究多停留在转化阶段,缺乏对转化前过程及其对转化效率影响的探索。根据前述专利市场形成及交易互动过程可知,企业专利市场价值转化困境可能受到要素市场总量庞杂且高市场价值专利难以识别等影响,进而导致后续转化不利。

(3) 在研究方法方面,越来越多的文献采用博弈论方法分析企业专利外部商用化问题,但博弈主体仍主要局限于企业与高校或科研院所之间,而由于信息不对称、专业性强等特征,提升企业专利市场价值转化效率亟需政府引导企业进行信息披露、金融机构进行投资和第三方中介推广服务等。因此,这些利益相关方都是价值转化的重要参与主体。

综上所述,本文提出增强高市场价值专利可见性是促进企业专利市场价值转化的重要举措,而专利市场价值可见性则极大依赖于企业专利信息披露策略、科技中介机构推广努力、金融机构投资意愿以及政府监管政策。基于此,本文将研究视角从价值转化前置至价值发现阶段,并将科技中介机构与金融机构主体加入博弈中,参考既有四方博弈文献<sup>[33-35]</sup>构建起政府-企业-科技中介机构-金融机构博弈模型,研究四方主体参与企业专利市场价值发现与转化的演化博弈过程,求解不同情形下各博弈主体的演化稳定策略,并通过数值仿真分析探索影响各博弈主体策略选择的关键因素。

本文的理论贡献在于:

(1) 区别于已有研究立足于转化阶段探讨解决转化难问题,本文则将研究视角前置,从源头探究促进高市场价值专利发现及转化机制。

(2) 相比于既有博弈文献以企业与高校或科研院所为主要博弈主体,本文扩展主体的四方演化博弈模型能更真实地反映企业专利市场价值转化的复杂场景,可从方法论上为未来研究提供参考。同时,本文也有利于实践发展,旨在通过对企业专利转化过程中不同主体策略选择及影响的分析寻找博弈的均衡解,即在政府规制下,企业、科技中介机构及金融机构如何达成最优策略与收益分配,并揭示如何以“政府引导+市场主导”化机制激励企业专利信息披露(甚至共享),减少信息不对称条件下要素投入冗余现象,甚至可凭借该机制优势逐渐规范企业专利申请行为,使专利恢复市场属性,进而提升技术要素市场中优质专利的比例(可见性),加速专利市场价值转化,推进知识产权强国建设纲要实施。

## 1 政企金介四方演化博弈模型构建

### 1.1 博弈问题描述

专利是创新主体研发成果的集中体现和法律保护屏障,其最终价值实现必须进入到经济活动主战场并转化为实际生产力,即完成市场价值转化。由于受到申请动机、形成路径、转化资源等因素影

响<sup>[16-17]</sup>,企业专利市场价值呈现出极大异质性,据此可将其分为“明星”专利、普通专利与“沉睡”态专利。“明星”专利具有良好的市场前景,一进入市场就受到追捧<sup>[36]</sup>,如承担国家重点科技攻关项目形成的专利。然而,更多专利的商业价值可能是隐性的,尤其是“沉睡”态专利。如何加速促进这些专利市场价值转化成为企业科技成果转化实践中面临的重大难题,是提高科技成果转化效率的关键。本文认为企业专利市场价值转化困境的成因在于技术要素市场总量与优质专利要素数量之间日益扩大的差距(见图1),加剧了市场主体对专利要素市场“劣质”印象的固有认知,影响其转化动力,同时也增加市场主体进行专利转化的成本。

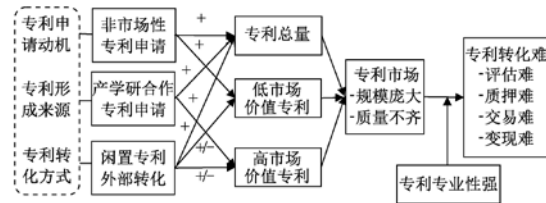


图1 企业专利市场价值转化困境成因及生成机理

Fig.1 Causes and mechanism of the dilemma of corporate patent market value transformation

解决该困境的关键在于价值发现,包括高市场价值专利的发现与低市场价值专利的识别,进而降低专利市场总量,提升优质专利比例。显然,专利信息公开(主要是指专利投资及使用情况)是提高专利可见性(被发现)的充分条件和重要方式。与此同时,为加速专利披露信息的流动,必须依靠科技中介机构的专业化精准推广手段,促进供需双方信息有效匹配,并为金融机构投资提供重要参考点。此外,鉴于专利属于企业专有数据,其披露行为可能导致核心竞争力下降而影响企业的公开意愿,且现有专利尤其“沉睡”态专利良莠不齐的现象,也可能影响科技中介机构与金融投资机构的推广与投资倾向,故政府需要以补贴与惩罚对三方主体的行为进行激励和规制,最终通过上述四方主体协同推动高市场价值专利从发现走向转化、低市场价值专利在被识别后退出交易环节。

总之,以企业专利市场价值发现为目标,基于不完全信息动态博弈论方法构建了以信息披露为核心的政府-企业-科技中介机构-金融机构四方演化博弈模型(见图2),系统分析了政府、企业、科技中介机构及金融机构在企业专利市场价值发现与价值转化系统中的收益和演化稳定策略。

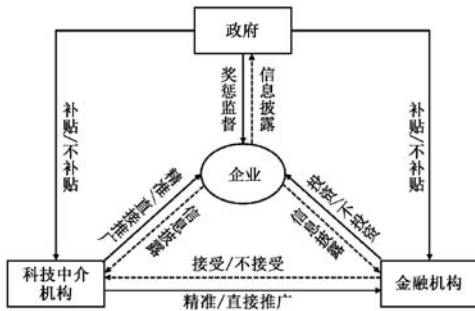


图2 信息披露下企业专利市场价值发现与转化四主体博弈模型逻辑关系

Fig.2 Logical relationship of the four-party game model of corporate patent market value discovery and transformation under information disclosure

1.2 基本假设提出

(1) 参与主体。专利市场价值发现与转化博弈有政府(G)、企业(R)、科技中介机构(M)和金融机构(F)4个参与主体。政府主要通过政策等手段为企业、科技中介机构、金融机构提供激励和监督惩罚以推动企业专利信息披露与科技中介机构专利价值发现推广及金融机构投资。企业同时作为创新供给方与需求方,通过专利信息披露,一方面从市场搜寻适配的专利投入到经营活动,另一方面借助外部渠道激活自身处于“沉睡”态专利以实现其潜在价值转化。科技中介机构包括情报信息、法律、税务、财务、专利管理交易平台等机构,主要基于对企业公开专利信息的验证,甄别高市场价值专利,并为转化所需的资金、客户等服务;金融机构则为企业专利市场价值转化提供资金支持。

(2) 博弈策略。在政企金介专利市场价值发现与转化四方博弈过程中,政府可以激励与监督引导各主体进行专利信息披露、高市场价值专利发现、投资及转化,也可以不对各主体行为进行规范,其策略集合为(严格规制,宽松规制)。企业可以披露自身专利供给或需求信息,或将其作为专有数据进行保护,其策略组合为(信息公开,信息隐瞒)。科技中介机构检索、鉴别、整合专利供需信息,评估其潜在市场价值,从而决定以多大程度的努力对该专利进行推广以帮助其转化,其策略集合为(精准推广,直接推广)。金融机构基于对企业专利的尽职调查决定是否进行投资,其策略集合为(投资,不投资)。4个主体均为有限理性、相互间信息交流不完全以及策略选择互相影响。

(3) 成本收益。在信息公开与信息隐瞒下,企业专利经营收益增值分别为  $U_{R1}$  和  $U_{R2}$ 。当企业公

开专利信息时,增加披露成本  $C_R$ ;当企业隐瞒专利信息时,将面临政府惩罚支出  $K$ 。科技中介机构精准推广与直接推广专利的增值收益分别为  $U_{M1}$  和  $U_{M2}$ ,成本分别为  $C_{M1}$  和  $C_{M2}$ 。在企业专利信息公开下,信息获取便捷且充分,科技中介机构专利推广收益将以  $\alpha$  ( $\alpha \geq 1$ ) 的系数得以提升,推广成本以  $\beta$  的 ( $0 \leq \beta \leq 1$ ) 系数得以优化。金融机构不投资收益为  $U_{F3}$ ,投资收益在科技中介机构精准推广与直接推广下分别为  $U_{F1}$  和  $U_{F2}$ ,投前尽职调查成本分别为  $C_{F1}$  和  $C_{F2}$ 。当企业专利信息公开后,金融机构的投资收益和成本也将分别以  $\alpha$  与  $\beta$  的系数得以改善。政府进行严格规制与宽松规制的收益分别为  $U_{G1}$  和  $U_{G2}$ ,成本分别为  $C_{G1}$  和  $C_{G2}$ 。在严格规制时,政府需要用  $J$  对企业专利信息披露行为进行奖励,并用  $I$  对科技中介机构专利鉴别、推广行为以及与金融机构投资行为进行激励。此外,科技中介机构精准推广由于针对性强而显著提升供给匹配率,企业和金融机构分别新增额外收益  $Q$  和  $P$ 。同样,金融机构投资时将给企业带来额外收益  $M$ ,科技中介机构仅在精准推广下才能获得金融机构投资带来的额外收益  $N$ 。

参数及含义:

- $U_{R1}$  ——企业专利信息公开下的收益增值
- $U_{R2}$  ——企业专利信息隐瞒下的收益增值
- $\alpha Q$  ——专利信息公开且精准推广下科技中介机构带给企业的额外效益
- $Q$  ——专利信息隐瞒且精准推广下科技中介机构带给企业的额外效益
- $C_R$  ——企业专利信息披露成本
- $M$  ——投资下金融机构带给企业的额外效益
- $U_{M2}$  ——企业专利信息隐瞒下的中介市场直接推广收益增值
- $\alpha U_{M2}$  ——企业专利信息公开下的中介市场直接推广收益增值
- $C_{M1}$  ——企业专利信息隐瞒下的中介市场精准推广成本
- $\beta C_{M1}$  ——企业专利信息公开下的中介市场精准推广成本
- $C_{M2}$  ——企业专利信息隐瞒下的中介市场直接推广成本
- $\beta C_{M2}$  ——企业专利信息公开下的中介市场直接推广成本
- $U_{F1}$  ——企业专利信息隐瞒且中介市场精准推广下的金融机构投资收益增值
- $\alpha U_{F1}$  ——企业专利信息公开且中介市场精准

推广下的金融机构投资收益增值  
 $U_{F2}$  ——企业专利信息隐瞒且中介市场直接推广下的金融机构投资收益增值  
 $\alpha U_{F2}$  ——企业专利信息公开且中介市场直接推广下的金融机构投资收益增值  
 $C_{F1}$  ——企业专利信息隐瞒且中介市场精准推广下的金融机构投前调研成本  
 $\beta C_{F1}$  ——企业专利信息公开且中介市场精准推广下的金融机构投前调研成本  
 $C_{F2}$  ——企业专利信息隐瞒且中介市场直接推广下的金融机构投前调研成本  
 $\beta C_{F1}$  ——企业专利信息公开且中介市场直接推广下的金融机构投前调研成本  
 $N$  ——精准推广下金融机构投资带给中介市场的额外效益  
 $P$  ——投资下中介市场精准推广带给金融机构的额外效益  
 $U_{G1}$  ——政府严格规制下的收益  
 $U_{G2}$  ——政府宽松规制下的收益

$C_{G1}$  ——政府严格规制下的成本  
 $C_{G2}$  ——政府宽松规制下的成本  
 $J$  ——政府对企业专利披露行为提供的激励奖励  
 $I$  ——政府对中介市场发现、鉴别、推广行为与金融机构投资行为提供的激励补贴  
 $K$  ——政府对企业专利隐瞒行为的惩罚

### 1.3 支付矩阵构建

在政企金介四方演化博弈模型中,企业、科技中介机构、金融机构和政府依据自身意愿进行策略选择。假设企业选择专利信息公开的意愿为  $x$ ,则企业选择专利信息隐瞒的意愿为  $1-x$ ;科技中介机构采取精准推广策略的意愿为  $y$ ,则其采取直接推广策略的意愿为  $1-y$ ;金融机构进行投资的可能性为  $z$ ,则不进行投资的可能性为  $1-z$ ;政府对专利信息披露、鉴别、推广及投资实行严格规制的可能性为  $r$ ,则实行宽松规制的可能性为  $1-r$ 。其中, $x, y, z, r \in [0, 1]$ 。

基于前述 3 项基本前提以及上述概率假设得到政企金介专利市场价值发现与转化四方演化博弈策略组合及支付矩阵如表 1 所示。

表 1 政企金介四方演化博弈的策略组合及其支付矩阵

Tab.1 Strategy combination and payment matrix of the four-party evolutionary game between government, enterprise, finance and intermediary

产学研主体	科技中介机构	政府严格规制, $r$		宽松规制, $1-r$	
		金融机构投资, $z$	金融机构不投资, $1-z$	金融机构投资, $z$	金融机构不投资, $1-z$
信息公开, $x$	精准推广, $y$	$U_{R1} + M + \alpha Q + J - C_R$	$U_{R1} + \alpha Q + J - C_R$	$U_{R1} + M + \alpha Q - C_R$	$U_{R1} + \alpha Q - C_R$
		$\alpha U_{M1} + I + N - \beta C_{M1}$	$\alpha U_{M1} + I - \beta C_{M1}$	$\alpha U_{M1} + N - \beta C_{M1}$	$\alpha U_{M1} - \beta C_{M1}$
	直接推广, $1-y$	$\alpha U_{F1} + I + P - \beta C_{F1}$	$U_{F3}$	$\alpha U_{F1} + P - \beta C_{F1}$	$U_{F3}$
		$U_{G1} - J - 2I - C_{G1}$	$U_{G1} - J - I - C_{G1}$	$U_{G2} - C_{G2}$	$U_{G2} - C_{G2}$
信息隐瞒, $1-x$	精准推广, $y$	$U_{R1} + M + J - C_R$	$U_{R1} + J - C_R$	$U_{R1} + M - C_R$	$U_{R1} - C_R$
		$\alpha U_{M2} + I - \beta C_{M2}$	$\alpha U_{M2} + I - \beta C_{M2}$	$\alpha U_{M2} - \beta C_{M2}$	$\alpha U_{M2} - \beta C_{M2}$
	直接推广, $1-y$	$\alpha U_{F2} + I - \beta C_{F2}$	$U_{F3}$	$\alpha U_{F2} - \beta C_{F2}$	$U_{F3}$
		$U_{G1} - J - 2I - C_{G1}$	$U_{G1} - J - I - C_{G1}$	$U_{G2} - C_{G2}$	$U_{G2} - C_{G2}$
信息隐瞒, $1-x$	精准推广, $y$	$U_{R2} + M + Q - K$	$U_{R2} + Q - K$	$U_{R2} + M + Q$	$U_{R2} + Q$
		$U_{M1} + I + N - C_{M1}$	$U_{M1} + I - C_{M1}$	$U_{M1} + N - C_{M1}$	$U_{M1} - C_{M1}$
	直接推广, $1-y$	$U_{F1} + I + P - C_{F1}$	$U_{F3}$	$U_{F1} + P - C_{F1}$	$U_{F3}$
		$U_{G1} + K - 2I - C_{G1}$	$U_{G1} + K - I - C_{G1}$	$U_{G2} - C_{G2}$	$U_{G2} - C_{G2}$
信息隐瞒, $1-x$	精准推广, $y$	$U_{R2} + M - K$	$U_{R2} - K$	$U_{R2} + M$	$U_{R2}$
		$U_{M2} + I - C_{M2}$	$U_{M2} + I - C_{M2}$	$U_{M2} - C_{M2}$	$U_{M2} - C_{M2}$
	直接推广, $1-y$	$U_{F2} + I - C_{F2}$	$U_{F3}$	$U_{F2} - C_{F2}$	$U_{F3}$
		$U_{G1} + K - 2I - C_{G1}$	$U_{G1} + K - I - C_{G1}$	$U_{G2} - C_{G2}$	$U_{G2} - C_{G2}$

注:自上而下依次分别为企业、科技中介机构、金融机构及政府的收益

## 2 政企金介四方博弈主体策略稳定性分析

### 2.1 企业主体策略选择稳定性分析

企业选择专利“信息公开”与“信息隐瞒”策略的期望收益分别为:

$$E_{11} = \alpha Qy + Jr + Mz + U_{R1} - C_R$$

$$E_{12} = Qy - Kr + Mz + U_{R2}$$

因此,企业的平均期望收益为

$$\bar{E}_1 = xE_{11} + (1-x)E_{12} =$$

$$x(\alpha Qy + Jr + Mz + U_{R1} - C_R) +$$

$$(1-x)(Qy - Kr + Mz + U_{R2})$$

企业的复制动态方程为

$$F(x) = \frac{dx}{dt} = x(E_{11} - \bar{E}_1) = x(1-x) \times$$

$$[(\alpha - 1)Qy + (J + K)r +$$

$$U_{R1} - U_{R2} - C_R] \quad (1)$$

对  $F(x)$  关于变量  $x$  求一阶偏导, 可得

$$F'(x) = \frac{dF(x)}{dx} = (1-2x)[(\alpha-1)Qy + (J+K)r + U_{R1} - U_{R2} - C_R] \quad (2)$$

根据式(1), 令

$$r_0 = -\frac{1}{J+K}[(\alpha-1)Qy + U_{R1} - U_{R2} - C_R]$$

可知: ① 当  $r=r_0$  时,  $F(x) \equiv 0$ , 故任意  $x \in [0, 1]$  均为稳定点; ② 当  $r \neq r_0$  时, 由  $F(x) \equiv 0$ , 可以推出零点为  $x=0$  和  $x=1$ , 即企业“信息隐瞒”或“信息公开”都是稳定策略。

**引理 1** 当  $0 < r < r_0$  时, 企业演化稳定策略为  $x=0$ ; 当  $r_0 < r < 1$  时, 企业演化稳定策略为  $x=1$ 。

**证明** 根据微分方差稳定性定理<sup>[37]</sup>, 若使“信息公开”为企业策略选择的演化稳定态, 则需满足  $F(x)=0$  且  $F'(x) < 0$ 。令

$$N(r) = (\alpha-1)Qy + (J+K)r + U_{R1} - U_{R2} - C_R$$

$$\frac{dN(r)}{dr} = J+K > 0$$

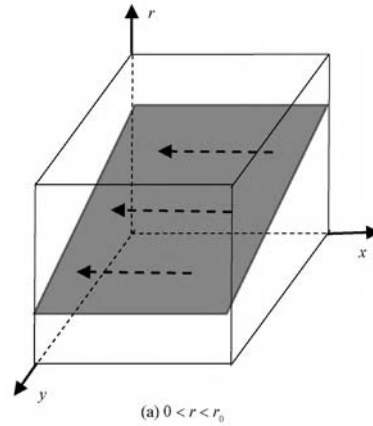
因此,  $N(r)$  关于  $r$  是增函数。当  $0 < r < r_0$  时,  $N(r) < 0$ , 由  $F(x)|_{x=0}=0, F'(x)|_{x=0} < 0$  可知  $x=0$  为演化稳定点, 表明当政府选择“严格规制”策略的概率小于  $r_0$  时, 企业最终选择“信息隐瞒”策略。当  $r_0 < r < 1$  时,  $N(r) > 0$ , 由  $F(x)|_{x=1}=0, F'(x)|_{x=1} < 0$  可知  $x=1$  为演化稳定点, 表明当政府选择“严格规制”策略的概率大于  $r_0$  时, 企业最终选择“信息公开”策略。

根据上述分析, 可得企业策略选择的相位图如图 3 所示。图中的空间被曲面  $r=r_0$  划分为两个部分, 其体积记为  $V_{x_0}$  (见图 3(a)) 和  $V_{x_1}$  (见图 3(b)), 分别表示企业选择专利“信息隐瞒”策略的概率和“信息公开”策略的概率。计算可得:

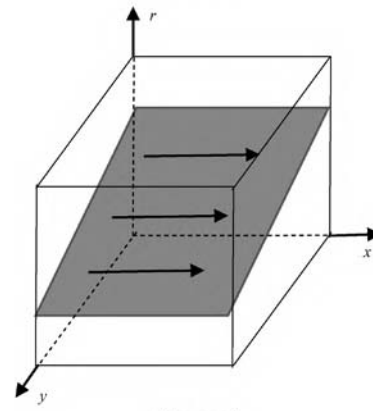
$$V_{x_0} = \int_0^1 \int_0^1 -\frac{1}{(\alpha-1)Q} [(J+K)r + U_{R1} - U_{R2} - C_R] dr dx = -\frac{1}{2(\alpha-1)Q} \times (J+K+2U_{R1}-2U_{R2}-2C_R) \quad (3)$$

$$V_{x_1} = 1 - V_{x_0} = 1 - \frac{1}{2(\alpha-1)Q} \times (J+K+2U_{R1}-2U_{R2}-2C_R) \quad (4)$$

图 3(a) 为满足  $0 < r < r_0$  的初始策略集, 当企业初始状态处于该空间时, 企业最终选择“信息隐瞒”策略。图 3(b) 为满足  $r_0 < r < 1$  的初始策略



(a)  $0 < r < r_0$



(b)  $r_0 < r < 1$

$$\text{注: } r_0 = -\frac{1}{J+K}[(\alpha-1)Qy + U_{R1} - U_{R2} - C_R]$$

图 3 企业策略选择相位图

Fig.3 Strategy selection phase diagram of enterprise

集, 当企业初始状态处于该空间时, 企业最终选择“信息公开”策略。根据图 3 以及式(3)和(4), 在其他变量保持不变的条件下, 可得命题 1。

**命题 1** 当专利信息披露成本  $C_R$  越大时, 企业越倾向于选择“信息隐瞒”策略; 当政府提供专利信息披露补贴激励  $J$  越高时, 对企业专利信息隐瞒行为的惩罚  $K$  越重; 当企业因专利信息披露而获益  $U_{R1}$  越多时, 企业越倾向于选择“信息公开”策略。

### 2.2 科技中介机构策略选择稳定性分析

科技中介机构选择专利“精准推广”与“直接推广”策略的期望收益分别为:

$$E_{21} = \alpha U_{M1} x - \beta C_{M1} x + (1-x)(U_{M1} - C_{M1}) + Ir + Nz$$

$$E_{22} = \alpha U_{M2} x - \beta C_{M2} x + (1-x) \times (U_{M2} - C_{M2}) + Ir$$

因此, 科技中介机构的平均期望收益为

$$\begin{aligned} \bar{E}_2 &= yE_{21} + (1-y)E_{22} = \\ & y[\alpha U_{M1}x - \beta C_{M1}x + (1-x)(U_{M1} - C_{M1}) + \\ & Ir + Nz] + (1-y)[\alpha U_{M2}x - \beta C_{M2}x + \\ & (1-x)(U_{M2} - C_{M2}) + Ir] \end{aligned}$$

科技中介机构的复制动态方程为

$$\begin{aligned} F(y) &= \frac{dy}{dt} = y(E_{21} - \bar{E}_2) = \\ & y(1-y)[(\alpha-1)(U_{M1} - U_{M2})x + \\ & (C_{M1} - C_{M2})(1-\beta)x + U_{M1} - \\ & U_{M2} - C_{M1} + C_{M2} + Nz] \end{aligned} \quad (5)$$

对  $F(y)$  关于变量  $y$  求一阶偏导, 可得

$$\begin{aligned} F'(y) &= \frac{dF(y)}{dy} = (1-2y)[(\alpha-1)(U_{M1} - \\ & U_{M2})x + (C_{M1} - C_{M2})(1-\beta)x + \\ & U_{M1} - U_{M2} - C_{M1} + C_{M2} + Nz] \end{aligned} \quad (6)$$

根据式(5), 令

$$\begin{aligned} z_0 &= -\frac{1}{N}[(\alpha-1)(U_{M1} - U_{M2})x + \\ & (C_{M1} - C_{M2})(1-\beta)x + \\ & U_{M1} - U_{M2} - C_{M1} + C_{M2}] \end{aligned}$$

可知: ① 当  $z = z_0$  时,  $F(y) \equiv 0$ , 故任意  $y \in [0, 1]$  均为稳定点; ② 当  $z \neq z_0$  时, 由  $F(y) \equiv 0$  可以推出零点为  $y = 0$  和  $y = 1$ , 即科技中介机构“直接推广”或“精准推广”专利行为都是稳定策略。

**引理 2** 当  $0 < z < z_0$  时, 科技中介机构演化稳定策略为  $y = 0$ ; 当  $z_0 < z < 1$  时, 科技中介机构演化稳定策略为  $y = 1$ 。

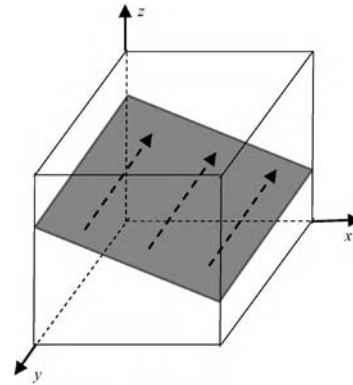
**证明** 根据微分方差稳定性定理<sup>[37]</sup>, 若使“精准推广”为科技中介机构策略选择的演化稳定态, 则需满足  $F(y) = 0$  且  $F'(y) < 0$ 。令

$$\begin{aligned} N(z) &= (\alpha-1)(U_{M1} - U_{M2})x + (C_{M1} - C_{M2}) \times \\ & (1-\beta)x + U_{M1} - U_{M2} - C_{M1} + \\ & C_{M2} + Nz \end{aligned}$$

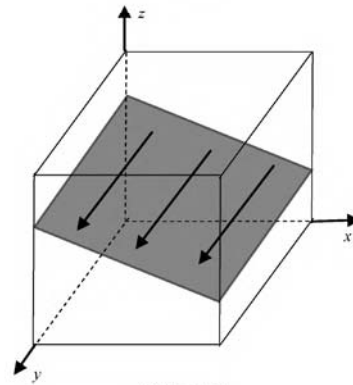
$$\frac{dN(z)}{dz} = N > 0$$

因此,  $N(z)$  关于  $z$  是增函数。当  $0 < z < z_0$  时,  $N(z) < 0$ , 由  $F(y)|_{y=0} = 0, F'(y)|_{y=0} < 0$  可知  $y = 0$  为演化稳定点, 表明当金融机构选择“投资”策略的概率小于  $z_0$  时, 科技中介机构将采取“直接推广”策略。当  $z_0 < z < 1$  时,  $N(z) > 0$ , 由  $F(y)|_{y=1} = 0, F'(y)|_{y=1} < 0$  可知  $y = 1$  为演化稳定点, 表明当金融机构选择“投资”策略的概率大于  $z_0$  时, 科技中介机构将采取“精准推广”策略。

根据上述分析, 可得科技中介机构策略选择的相位图如图 4 所示。图中的空间被曲面  $z = z_0$  划分为两个部分, 其体积记为  $V_{y0}$  和  $V_{y1}$ , 分别表示科技



(a)  $0 < z < z_0$



(b)  $z_0 < z < 1$

$$\begin{aligned} \text{注: } z_0 &= -\frac{1}{N}[(\alpha-1)(U_{M1} - U_{M2})x + (C_{M1} - C_{M2}) \times \\ & (1-\beta)x + U_{M1} - U_{M2} - C_{M1} + C_{M2}] \end{aligned}$$

图 4 科技中介机构策略选择相位图

Fig. 4 Strategy selection phase diagram of science and technology intermediary

中介机构选择“直接推广”策略的概率和“精准推广”策略的概率。计算可得:

$$\begin{aligned} V_{y0} &= \int_0^1 \int_0^1 \left\{ -\frac{1}{N} [(\alpha-1)(U_{M1} - U_{M2}) + \right. \\ & (C_{M1} - C_{M2})(1-\beta)x + U_{M1} - U_{M2} - \\ & C_{M1} + C_{M2}] \left. \right\} dx dy = -\frac{1}{2N} [(\alpha+1) \times \\ & (U_{M1} - U_{M2}) - (1+\beta)(C_{M1} - C_{M2})] \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} V_{y1} &= 1 - V_{y0} = 1 - \frac{1}{2N} [(\alpha+1)(U_{M1} - U_{M2}) - \\ & (1+\beta)(C_{M1} - C_{M2})] \end{aligned} \quad (8)$$

图 4(a) 为满足  $0 < z < z_0$  的初始策略集, 当初始状态处于该空间时, 科技中介机构最终选择“直接推广”策略。图 4(b) 为满足  $z_0 < z < 1$  的初始策略集, 当初始状态处于该空间时, 其最终选择“精准推广”策略。根据图 4 以及式(7)和(8), 在其他变量保持不变的条件下, 可得命题 2。

**命题 2** 当专利精准推广带来的直接收益  $U_{M1}$  越大、支出成本  $C_{M1}$  越小以及因精准推广而从金融机构投资中所获额外收益  $N$  越多时,科技中介机构越倾向于选择“精准推广”策略。同样,当企业专利信息信息公开使得科技中介机构的收益提升系数  $\alpha$  与成本优化系数  $\beta$  越大时,科技中介机构越倾向于选择“精准推广”策略;反之,当专利直接推广收益  $U_{M2}$  越高或推广成本  $C_{M2}$  越低时,科技中介机构越倾向于选择“直接推广”策略。

**2.3 金融机构策略选择稳定性分析**

金融机构选择专利“投资”与“不投资”策略的期望收益分别为:

$$E_{31} = x[(U_{F1} - U_{F2})ay - (C_{F1} - C_{F2})\beta y + aU_{F2} - \beta C_{F2}] + (1-x)[(U_{F1} - U_{F2})y - (C_{F1} - C_{F2})y + U_{F2} - C_{F2}] + Ir + Py$$

$$E_{32} = U_{F3}$$

因此,金融机构的平均期望收益为

$$\bar{E}_3 = zE_{31} + (1-z)E_{32} = z\{x[(U_{F1} - U_{F2})ay - (C_{F1} - C_{F2})\beta y + aU_{F2} - \beta C_{F2}] + (1-x)[(U_{F1} - U_{F2})y - (C_{F1} - C_{F2})y + U_{F2} - C_{F2}] + Ir + Py\} + (1-z)U_{F3}$$

为便于书写,分别令:

$$G_1 = (U_{F1} - U_{F2})ay - (C_{F1} - C_{F2})\beta y + aU_{F2} - \beta C_{F2}$$

$$G_2 = (U_{F1} - U_{F2})y - (C_{F1} - C_{F2})y + U_{F2} - C_{F2}$$

金融机构的复制动态方程为

$$F(z) = \frac{dz}{dt} = z(E_{31} - \bar{E}_3) = z(1-z) \times [xG_1 + (1-x)G_2 + Ir + Py - U_{F3}] \quad (9)$$

对  $F(z)$  关于变量  $z$  求一阶偏导,可得

$$F'(z) = \frac{dF(z)}{dz} = (1-2z) \times [xG_1 + (1-x)G_2 + Ir + Py - U_{F3}] \quad (10)$$

根据式(9),令

$$r_0 = -\frac{1}{I}[xG_1 + (1-x)G_2 + Py - U_{F3}]$$

可知:①当  $r=r_0$  时,  $F(z) \equiv 0$ ,故任意  $z \in [0,1]$  均为稳定点;②当  $r \neq r_0$  时,由  $F(z) \equiv 0$  可以推出零点为  $z=0$  和  $z=1$ ,即金融机构“不投资”或“投资”都是稳定策略。

**引理 3** 当  $0 < r < r_0$  时,金融机构演化稳定策略为  $z=0$ ;当  $r_0 < r < 1$  时,金融机构演化稳定策略为  $z=1$ 。

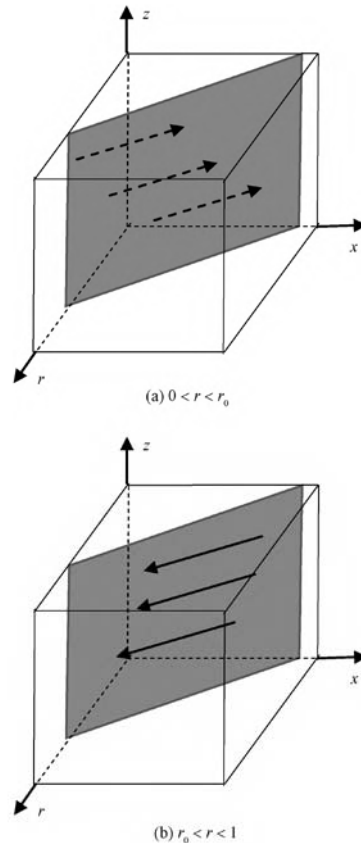
**证明** 根据微分方差稳定性定理<sup>[37]</sup>,若使“投资”为金融机构策略选择的演化稳定态,则需满足  $F(z)=0$  且  $F'(z) < 0$ 。令

$$N(r) = Ir + xG_1 + (1-x)G_2 + Py - U_{F3}$$

$$\frac{dN(r)}{dr} = I > 0$$

因此,  $N(r)$  关于  $r$  是增函数。当  $0 < r < r_0$  时,  $N(r) < 0$ ,由  $F(z)|_{z=0} = 0, F'(z)|_{z=0} < 0$  可知  $z=0$  为演化稳定点,表明当政府选择“严格规制”的概率小于  $r_0$  时,金融机构将采取“投资”策略。当  $r_0 < r < 1$  时,  $N(r) > 0$ ,由  $F(z)|_{z=1} = 0, F'(z)|_{z=1} < 0$  可知  $z=1$  为演化稳定点,表明当政府选择“严格规制”的概率大于  $r_0$  时,金融机构将采取“投资”策略。

根据上述分析,可得金融机构策略选择的相位图如图 5 所示。图中的空间被曲面  $r=r_0$  划分为两个部分,其体积记为  $V_{z=0}$  和  $V_{z=1}$ ,分别表示金融机构选择“不投资”策略的概率和“投资”策略的概率。计



注:  $r_0 = -\frac{1}{I}[xG_1 + (1-x)G_2 + Py - U_{F3}]$

图 5 金融机构策略选择相位图

Fig.5 Strategy selection phase diagram of financial institution



算可得：

$$V_{z_0} = \int_0^1 \int_0^1 \left\{ -\frac{1}{I} [xG_1 + (1-x)G_2 + P_y - U_{F_3}] \right\} dx dz = -\frac{1}{2I} [(\alpha + 1) \times (U_{F_1} - U_{F_2})y - (1 + \beta)(C_{F_1} - C_{F_2})y + (\alpha + 1)U_{F_2} + 2P_y - 2U_{F_3}] \quad (11)$$

$$V_{z_1} = 1 - V_{z_0} = 1 - \frac{1}{2I} [(\alpha + 1)(U_{F_1} - U_{F_2})y - (1 + \beta)(C_{F_1} - C_{F_2})y + (\alpha + 1)U_{F_2} + 2P_y - 2U_{F_3}] \quad (12)$$

图 5(a)为满足  $0 < r < r_0$  的初始策略集,当初始状态处于该空间时,金融机构最终选择“不投资”策略。图 5(b)为满足  $r_0 < r < 1$  的初始策略集,当初始状态处于该空间时,金融机构最终选择“投资”策略。根据图 5 以及式(11)和(12),在其他变量保持不变的条件下,可得命题 3。

**命题 3** 当科技中介机构采取“精准推广”策略的可能性  $y$  越大,当金融机构投资收益  $U_{F_1}$ 、 $U_{F_2}$  越大、成本  $C_{F_1}$ 、 $C_{F_2}$  越低以及政府激励补贴  $I$  越高时,金融机构选择“投资”策略,反之则选择“不投资”策略。

2.4 政府策略选择稳定性分析

政府选择专利“严格规制”与“宽松规制”策略的期望收益分别为：

$$E_{41} = -(J + K)x - Iz - I + k + U_{G1} - C_{G1}$$

$$E_{42} = U_{G2} - C_{G2}$$

因此,政府的平均期望收益为

$$\bar{E}_4 = rE_{41} + (1 - r)E_{42} = r[-(J + K)x - Iz - I + k + U_{G1} - C_{G1}] + (1 - r)(U_{G2} - C_{G2})$$

政府的复制动态方程为

$$F(r) = \frac{dr}{dt} = r(E_{41} - \bar{E}_4) = r(1 - r)[-(J + K)x - Iz - I + K + U_{G1} - C_{G1} - U_{G2} + C_{G2}] \quad (13)$$

对  $F(r)$  关于变量  $r$  求一阶偏导,可得

$$F'(r) = \frac{dF(r)}{dr} = (1 - 2r)[-(J + K)x - Iz - I + K + U_{G1} - C_{G1} - U_{G2} + C_{G2}] \quad (14)$$

根据式(13),令

$$x_0 = \frac{1}{J + K} (-Iz - I + K + U_{G1} - C_{G1} - U_{G2} + C_{G2})$$

可知:① 当  $x = x_0$  时,  $F(r) \equiv 0$ ,故任意  $r \in [0, 1]$  均为稳定点;② 当  $x \neq x_0$  时,由  $F(r) \equiv 0$  可以推出零点为  $r = 0$  和  $r = 1$ ,即政府“宽松规制”或“严格规制”都是稳定策略。

**引理 4** 当  $0 < x < x_0$  时,政府演化稳定策略为  $r = 1$ ;当  $x_0 < x < 1$  时,政府演化稳定策略为  $r = 0$ 。

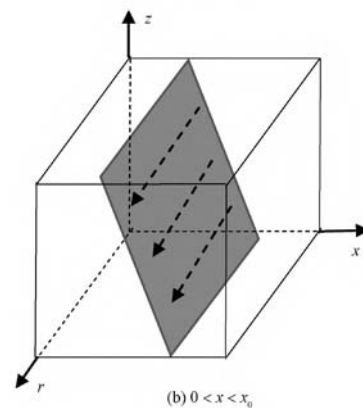
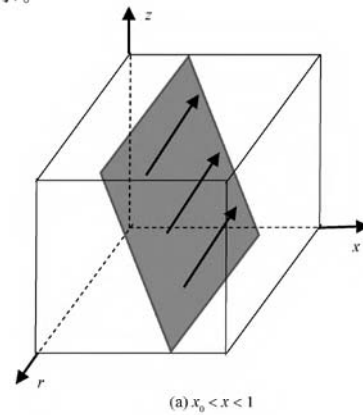
**证明** 根据微分方差稳定性定理<sup>[37]</sup>,若使“严格规制”为政府策略选择的演化稳定态,则需满足  $F(r) = 0$  且  $F'(r) < 0$ 。令

$$N(x) = -(J + K)x - Iz - I + K + U_{G1} - C_{G1} - U_{G2} + C_{G2}$$

$$\frac{dN(x)}{dx} = -(J + K) < 0$$

因此,  $N(x)$  关于  $x$  是减函数。当  $0 < x < x_0$  时,  $N(x) > 0$ ,由  $F(r)|_{r=1} = 0, F'(r)|_{r=1} < 0$  可知  $r = 1$  为演化稳定点,表明当企业选择“信息公开”策略的概率小于  $x_0$  时,政府最终选择“严格规制”策略。当  $x_0 < x < 1$  时,  $N(x) < 0$ ,由  $F(r)|_{r=0} = 0, F'(r)|_{r=0} < 0$  可知  $r = 0$  为演化稳定点,表明当企业选择“信息公开”策略的概率大于  $x_0$  时,政府最终选择“宽松规制”策略。

根据上述分析,可得政府策略选择的相位图如图 6 所示。



注:  $x_0 = \frac{1}{J + K} (-Iz - I + k + U_{G1} - C_{G1} - U_{G2} + C_{G2})$

图 6 政府策略选择相位图

Fig.6 Strategy selection phase diagram of government

图中的空间被曲面  $z = z_0$  划分为两个部分,其体积记为  $V_{r_0}$  (见图 6(a)) 和  $V_{r_1}$  (见图 6(b)), 分别表示政府选择“宽松规制”策略的概率和“严格规制”策略的概率。计算可得:

$$V_{r_1} = \int_0^1 \int_0^1 \left[ \frac{1}{J+K} (-Iz - I + K + U_{G_1} - C_{G_1} - U_{G_2} + C_{G_2}) \right] dz dr = \frac{1}{2(J+K)} [-3I + 2K + 2(U_{G_1} - C_{G_1}) - 2(U_{G_2} - C_{G_2})] \quad (15)$$

$$V_{r_0} = 1 - V_{r_1} = 1 - \frac{1}{2(J+K)} [-3I + 2K + 2(U_{G_1} - C_{G_1}) - 2(U_{G_2} - C_{G_2})] \quad (16)$$

图 6(b) 为满足  $0 < x < x_0$  的初始策略集, 当初始状态处于该空间时, 政府最终选择“严格规制”策略。图 6(a) 为满足  $x_0 < x < 1$  的初始策略集, 当初始状态处于该空间时, 政府最终选择“宽松规制”策略。根据图 6 以及式(15)和(16), 在其他变量保持不变的条件下, 可得命题 4。

**命题 4** 当需要提供更多的奖励  $J$  激励企业专利信息披露行为、更多的补贴  $I$  激励科技中介机构专利发现、鉴别、推广与金融机构专利投资行为以及严格管理所获收益与成本差  $U_{G_1} - C_{G_1}$  越小时, 政府倾向采取“宽松规制”策略, 反之则采取“严格规制”策略。

### 3 政企金介四方博弈策略组合稳定性分析

基于前文对以信息披露为核心的政企金介专利市场价值发现以及转化系统中各主体演化稳定策略与驱动力的分析, 进一步根据 Lyapunov 第一法则<sup>[38]</sup> 对该系统策略组合的稳定性进行分析。联合各博弈主体的复制动态方程式(1)和(5)以及式(9)和(13), 构建企业专利市场价值发现与转化系统的四方复制动态系统, 即

$$\left. \begin{aligned} F(x) &= x(1-x)[(\alpha-1)Qy + (J+K)r + U_{R_1} - U_{R_2} - C_R] \\ F(y) &= y(1-y)[(\alpha-1)(U_{M_1} - U_{M_2})x + (C_{M_1} - C_{M_2})(1-\beta)x + U_{M_1} - U_{M_2} - C_{M_1} + C_{M_2} + Nz] \\ F(z) &= z(1-z)\{x[(U_{F_1} - U_{F_2})ay - (C_{F_1} - C_{F_2})\beta y + \alpha U_{F_2} - \beta C_{F_2}] + (1-x)[(U_{F_1} - U_{F_2})y - (C_{F_1} - C_{F_2})y + U_{F_2} - C_{F_2}] + Ir + Py - U_{F_3}\} \\ F(r) &= r(1-r)[- (J+K)x - Iz - I + k + U_{G_1} - C_{G_1} - U_{G_2} + C_{G_2}] \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

同时, 按照 Friedman<sup>[39]</sup> 的演化博弈分析方法, 微分方程系统的演化稳定策略由该系统的雅可比矩阵的局部稳定性分析得到。由式(17)得到该系统的雅可比矩阵为

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial F(x)}{\partial x} & \frac{\partial F(x)}{\partial y} & \frac{\partial F(x)}{\partial z} & \frac{\partial F(x)}{\partial r} \\ \frac{\partial F(y)}{\partial x} & \frac{\partial F(y)}{\partial y} & \frac{\partial F(y)}{\partial z} & \frac{\partial F(y)}{\partial r} \\ \frac{\partial F(z)}{\partial x} & \frac{\partial F(z)}{\partial y} & \frac{\partial F(z)}{\partial z} & \frac{\partial F(z)}{\partial r} \\ \frac{\partial F(r)}{\partial x} & \frac{\partial F(r)}{\partial y} & \frac{\partial F(r)}{\partial z} & \frac{\partial F(r)}{\partial r} \end{bmatrix} \quad (18)$$

根据 Ritzberger 等<sup>[40]</sup> 和 Selten<sup>[41]</sup> 的观点, 在多种群演化博弈中, 严格纳什均衡为演化博弈的稳定解, 而该严格纳什均衡则为纯策略。由此可知, 在政府、企业、科技中介机构、金融机构构成的复制动态系统中, 符合条件的均衡策略组共有 16 组。即令式(17)中  $F(x) = F(y) = F(z) = F(r) = 0$ , 可以得到局部均衡点为:

$$\begin{aligned} &E_1(0,0,0,0), E_2(0,1,0,0), E_3(0,1,1,0) \\ &E_4(0,0,1,0), E_5(1,0,0,0), E_6(1,1,0,0) \\ &E_7(1,1,1,0), E_8(1,0,1,0), E_9(0,1,1,1) \\ &E_{10}(0,1,0,1), E_{11}(0,0,0,1), E_{12}(0,0,1,1) \\ &E_{13}(1,0,0,1), E_{14}(1,1,0,1), E_{15}(1,1,1,1) \\ &E_{16}(1,0,1,1) \end{aligned}$$

当上述均衡点使得式(18)中雅可比矩阵所有特征值均为非正时即为该系统的演化稳定点(ESS), 故将 16 个均衡点分别代入雅可比矩阵式(18), 所得各均衡点相对应雅可比矩阵特征值如表 2 所示。

为使政企金介专利市场价值发现与转化的复制动态系统稳定性分析简化且不失一般性, 结合实践背景, 假设

$$\begin{aligned} U_{M_1} - C_{M_1} - U_{M_2} + C_{M_2} &> 0 \\ U_{F_2} - C_{F_2} - U_{F_3} &> 0 \end{aligned}$$

即科技中介机构精准推广的收益应不小于直接推广的收益、金融机构投资的收益也应不低于不投资的收益。基于此, 下面根据政府规制的严格程度分两种情况对博弈主体策略组合演进路径及其稳定性进行分析。

#### 3.1 政府宽松规制下复杂动态系统均衡点渐进稳定性分析

(1) 当  $U_{R_1} + (\alpha - 1)Q - C_R - U_{R_2} < 0$  且

$$U_{G_1} - U_{G_2} - C_{G_1} + C_{G_2} - 2I + K < 0$$

时, 即企业选择公开专利信息的收益与披露成本之差小于企业将专利信息保持专有的收益, 同时, 政府

表 2 复制动态系统的雅可比矩阵特征值  
Tab.2 Jacobian matrix eigenvalues of replication dynamic system

均衡点	特征值			
	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$
$E_1(0,0,0,0)$	$U_{R1}-U_{R2}-C_R$	$U_{M1}-C_{M1}-U_{M2}+C_{M2}$	$U_{F2}-C_{F2}-U_{F3}$	$U_{G1}-U_{G2}-C_{G1}+C_{G2}-I+K$
$E_2(0,1,0,0)$	$U_{R1}+(a-1)Q-C_R-U_{R2}$	$-(U_{M1}-C_{M1}-U_{M2}+C_{M2})$	$U_{F1}-C_{F1}+P-U_{F3}$	$U_{G1}-U_{G2}-C_{G1}+C_{G2}-I+K$
$E_3(0,1,1,0)$	$U_{R1}+(a-1)Q-C_R-U_{R2}$	$-(U_{M1}-C_{M1}+N-U_{M2}+C_{M2})$	$-(U_{F1}-C_{F1}+P-U_{F3})$	$U_{G1}-U_{G2}-C_{G1}+C_{G2}-2I+K$
$E_4(0,0,1,0)$	$U_{R1}-U_{R2}-C_R$	$U_{M1}-C_{M1}+N-U_{M2}+C_{M2}$	$-(U_{F2}-C_{F2}-U_{F3})$	$U_{G1}-U_{G2}-C_{G1}+C_{G2}-2I+K$
$E_5(1,0,0,0)$	$-(U_{R1}-U_{R2}-C_R)$	$a(U_{M1}-U_{M2})-\beta(C_{M1}-C_{M2})$	$aU_{F2}-\beta C_{F2}-U_{F3}$	$U_{G1}-U_{G2}-C_{G1}+C_{G2}-I-J$
$E_6(1,1,0,0)$	$-[U_{R1}+(a-1)Q-C_R-U_{R2}]$	$-[a(U_{M1}-U_{M2})-\beta(C_{M1}-C_{M2})]$	$aU_{F1}-\beta C_{F1}+P-U_{F3}$	$U_{G1}-U_{G2}-C_{G1}+C_{G2}-I-J$
$E_7(1,1,1,0)$	$-[U_{R1}+(a-1)Q-C_R-U_{R2}]$	$-[a(U_{M1}-U_{M2})-\beta(C_{M1}-C_{M2})]-N$	$-(aU_{F1}-\beta C_{F1}+P-U_{F3})$	$U_{G1}-U_{G2}-C_{G1}+C_{G2}-2I-J$
$E_8(1,0,1,0)$	$-(U_{R1}-U_{R2}-C_R)$	$a(U_{M1}-U_{M2})-\beta(C_{M1}-C_{M2})+N$	$-(aU_{F2}-\beta C_{F2}-U_{F3})$	$U_{G1}-U_{G2}-C_{G1}+C_{G2}-2I-J$
$E_9(0,1,1,1)$	$U_{R1}+(a-1)Q+K+J-C_R-U_{R2}$	$-(U_{M1}-C_{M1}+N-U_{M2}+C_{M2})$	$-(U_{F1}-C_{F1}+P+I-U_{F3})$	$-(U_{G1}-U_{G2}-C_{G1}+C_{G2}-2I+K)$
$E_{10}(0,1,0,1)$	$U_{R1}+(a-1)Q+K+J-C_R-U_{R2}$	$-(U_{M1}-C_{M1}-U_{M2}+C_{M2})$	$U_{F1}-C_{F1}+P+I-U_{F3}$	$-(U_{G1}-U_{G2}-C_{G1}+C_{G2}-I+K)$
$E_{11}(0,0,0,1)$	$U_{R1}+K+J-C_R-U_{R2}$	$-(U_{M1}-C_{M1}-U_{M2}+C_{M2})$	$U_{F2}-C_{F2}+I-U_{F3}$	$-(U_{G1}-U_{G2}-C_{G1}+C_{G2}-I+K)$
$E_{12}(0,0,1,1)$	$U_{R1}+K+J-C_R-U_{R2}$	$U_{M1}-C_{M1}+N-U_{M2}+C_{M2}$	$-(U_{F2}-C_{F2}+I-U_{F3})$	$-(U_{G1}-U_{G2}-C_{G1}+C_{G2}-2I+K)$
$E_{13}(1,0,0,1)$	$-(U_{R1}+K+J-C_R-U_{R2})$	$a(U_{M1}-U_{M2})-\beta(C_{M1}-C_{M2})$	$aU_{F2}-\beta C_{F2}+I-U_{F3}$	$-(U_{G1}-U_{G2}-C_{G1}+C_{G2}-I-J)$
$E_{14}(1,1,0,1)$	$-[U_{R1}+(a-1)Q+K+J-C_R-U_{R2}]$	$-[a(U_{M1}-U_{M2})-\beta(C_{M1}-C_{M2})]$	$aU_{F1}-\beta C_{F1}+I+P-U_{F3}$	$-(U_{G1}-U_{G2}-C_{G1}+C_{G2}-I-J)$
$E_{15}(1,1,1,1)$	$-[U_{R1}+(a-1)Q+K+J-C_R-U_{R2}]$	$-[a(U_{M1}-U_{M2})-\beta(C_{M1}-C_{M2})]-N$	$-(aU_{F1}-\beta C_{F1}+I+P-U_{F3})$	$-(U_{G1}-U_{G2}-C_{G1}+C_{G2}-2I-J)$
$E_{16}(1,0,1,1)$	$-(U_{R1}+K+J-C_R-U_{R2})$	$a(U_{M1}-U_{M2})-\beta(C_{M1}-C_{M2})+N$	$-(aU_{F2}-\beta C_{F2}+I-U_{F3})$	$-(U_{G1}-U_{G2}-C_{G1}+C_{G2}-2I-J)$

选择严格管制时的收益和对企业专利信息隐瞒行为的惩罚收入之和与对科技中介机构、金融机构的补贴、管理成本之差小于其进行宽松管制时的收益。根据表 3,发现均衡点  $E_3(0,1,1,0)$  对应雅可比矩

阵的特征值均为非正值,故  $E_3(0,1,1,0)$  为该复制动态系统演化稳定点,(信息隐瞒,精准推广,投资,宽松管制)为该复制动态系统的演化稳定策略。

表 3 政府严格管制下复制动态系统均衡点渐进稳定性分析  
Tab.3 Asymptotic stability analysis of the equilibrium point of the replica dynamic system under strict government regulation

均衡点	情形 1					情形 2				
	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$	稳定性	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$	稳定性
$E_1(0,0,0,0)$	-	+	+	U	不稳定点	U	+	+	U	鞍点
$E_2(0,1,0,0)$	-	-	+	U	不稳定点	+	-	+	U	不稳定点
$E_3(0,1,1,0)$	-	-	-	-	ESS	+	-	-	U	不稳定点
$E_4(0,0,1,0)$	-	+	-	-	不稳定点	U	+	-	U	不稳定点
$E_5(1,0,0,0)$	+	+	+	U	鞍点	U	+	+	U	鞍点
$E_6(1,1,0,0)$	+	-	+	U	不稳定点	-	-	+	U	不稳定点
$E_7(1,1,1,0)$	+	-	-	U	不稳定点	-	-	-	-	ESS
$E_8(1,0,1,0)$	+	+	-	U	不稳定点	U	+	-	-	不稳定点
$E_9(0,1,1,1)$	U	-	-	+	不稳定点	+	-	-	U	不稳定点
$E_{10}(0,1,0,1)$	U	-	+	U	不稳定点	+	-	+	U	不稳定点
$E_{11}(0,0,0,1)$	U	-	+	U	不稳定点	U	-	+	U	不稳定点
$E_{12}(0,0,1,1)$	U	+	-	+	不稳定点	U	+	-	U	不稳定点
$E_{13}(1,0,0,1)$	U	+	+	U	鞍点	U	+	+	U	鞍点
$E_{14}(1,1,0,1)$	U	-	+	U	不稳定点	-	-	+	U	不稳定点
$E_{15}(1,1,1,1)$	U	-	-	U	不稳定点	-	-	-	+	不稳定点
$E_{16}(1,0,1,1)$	U	+	-	U	不稳定点	U	+	-	+	不稳定点

注:U表示正负符号不确定;ESS表示演化稳定策略

(2) 当  $U_{R1} + (a - 1)Q - C_R - U_{R2} > 0$  且  $U_{G1} - U_{G2} - C_{G1} + C_{G2} - 2I - J < 0$

时,即企业选择公开专利信息的收益与披露成本之差大于企业将专利数据保持专有的收益,同时,政府选

择严格规制时的收益和对企业专利信息隐瞒行为的惩罚收入之和与对企业、科技中介机构、金融机构的补贴、管理成本之差小于其选择宽松规制时的收益。根据表4,可知均衡点  $E_7(1,1,1,0)$  对应雅可比矩阵的特征值均为非正值,故  $E_7(1,1,1,0)$  为该复制动态系统演化稳定点,(信息公开,精准推广,投资,宽松规制)为该复制动态系统的演化稳定策略。

### 3.2 政府严格规制下复杂动态系统均衡点渐进稳定性分析

(1) 当  $U_{R1} + (\alpha - 1)Q + K + J - C_R - U_{R2} < 0$  且  $U_{G1} - U_{G2} - C_{G1} + C_{G2} - 2I + K > 0$  时,即企

业公开专利信息后,其专利经营收益增值、政府奖励以及来自科技中介机构精准推广的额外效益之和减去专利信息披露成本小于其专利信息隐瞒情形下的收益与政府对其隐瞒行为的惩罚支出之差,同时,政府严格规制下的收益与对企业专利信息隐瞒行为的罚金所得之和减去对科技中介机构、金融机构补贴、管理成本大于宽松规制情形下的收益成本差。由表4可以看出,均衡点  $E_9(0,1,1,1)$  所对应的雅可比矩阵的特征值均为非正值,故  $E_9(0,1,1,1)$  为该复制动态系统演化的稳定点,(信息隐瞒,精准推广,投资,严格规制)为该复制动态系统的演化稳定策略。

表4 政府宽松规制下复制动态系统均衡点渐进稳定性分析

Tab.4 Asymptotic stability analysis of the equilibrium point of the replica dynamic system under loose government regulation

均衡点	情形3					情形4				
	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$	稳定性	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$	稳定性
$E_1(0,0,0,0)$	-	+	+	+	不稳定点	U	+	+	+	鞍点
$E_2(0,1,0,0)$	-	-	+	+	不稳定点	U	-	+	+	不稳定点
$E_3(0,1,1,0)$	-	-	-	+	不稳定点	U	-	-	+	不稳定点
$E_4(0,0,1,0)$	-	+	-	+	不稳定点	U	+	-	+	不稳定点
$E_5(1,0,0,0)$	+	+	+	U	鞍点	U	+	+	+	鞍点
$E_6(1,1,0,0)$	+	-	+	U	不稳定点	U	-	+	+	不稳定点
$E_7(1,1,1,0)$	+	-	-	U	不稳定点	U	-	-	+	不稳定点
$E_8(1,0,1,0)$	+	+	-	U	不稳定点	U	+	-	+	不稳定点
$E_9(0,1,1,1)$	-	-	-	-	ESS	+	-	-	-	不稳定点
$E_{10}(0,1,0,1)$	-	-	+	-	不稳定点	+	-	+	-	不稳定点
$E_{11}(0,0,0,1)$	-	-	+	-	不稳定点	U	-	+	-	不稳定点
$E_{12}(0,0,1,1)$	-	+	-	-	不稳定点	U	+	-	-	不稳定点
$E_{13}(1,0,0,1)$	+	+	+	U	鞍点	U	+	+	-	不稳定点
$E_{14}(1,1,0,1)$	+	-	+	U	不稳定点	-	-	+	-	不稳定点
$E_{15}(1,1,1,1)$	+	-	-	U	不稳定点	-	-	-	-	ESS
$E_{16}(1,0,1,1)$	+	+	-	U	不稳定点	U	+	-	-	不稳定点

注:U表示正负符号不确定;ESS表示演化稳定策略

(2) 当  $U_{R1} + (\alpha - 1)Q + K + J - C_R - U_{R2} > 0$  且  $U_{G1} - U_{G2} - C_{G1} + C_{G2} - 2I - J > 0$  时,即企业公开专利信息后,其专利经营收益增值、政府奖励及来自科技中介机构精准推广的额外效益之和减去专利信息披露成本大于其专利信息隐瞒情形下的收益与政府对其隐瞒行为的惩罚支出之差,同时,政府严格规制下的收益与对企业专利信息隐瞒行为的罚金所得之和减去对企业奖励、对科技中介机构或金融机构补贴、管理成本大于宽松规制情形下的收益成本差。由表5可以看出,均衡点  $E_{15}(1,1,1,1)$  所对应的雅可比矩阵的特征值均为非正值,故  $E_{15}(1,1,1,1)$  为该复制动态系统演化的稳定点,(信息公开,精准推广,投资,严格规制)为该复制动态系统的演化稳定策略。

## 4 数值仿真分析

根据复制动态方程组及约束条件,利用 Matlab

软件进行仿真实验,能更直观地展示政企金介专利市场价值发现与转化复制动态系统中策略组合总体演化情况,以及关键要素对多方博弈演化过程及演化结果的影响。假设初始时,政府、企业、科技中介机构及金融机构选择不同策略的概率均处于中间无偏,即  $x = y = z = r = 0.5$ 。参照实际情况,对演化博弈中的参数赋值如下: $U_{R1} = 10, U_{R2} = 6, C_R = 5, U_{M1} = 11, U_{M2} = 9, C_{M1} = 5, C_{M2} = 4, U_{F1} = 12, U_{F2} = 10, U_{F3} = 7, C_{F1} = 5, C_{F2} = 4, U_{G1} = 10, U_{G2} = 5, C_{G1} = 4, C_{G1} = 3, M = 2, N = 2, P = 3, Q = 3, I = 2, J = 2, K = 2, \alpha = 1.2, \beta = 0.7$ 。

基于上述参数,首先对政企金介专利市场价值发现与转化系统的策略组合总体演化策略稳定性进行模拟演示。当政府对各主体进行“宽松规制”即  $r = 0$  时,企业、科技中介机构及金融机构的演化博弈过程如图7(a)所示,系统最终稳定于策略组合(0, 1, 1, 0)或(1, 1, 1, 0)。当政府对各主体进行“严格规

制”即  $r=0.9$  时,企业、科技中介机构及金融机构的演化博弈过程如图 7(b)所示,系统最终稳定于策略组合(1,1,1,1)。

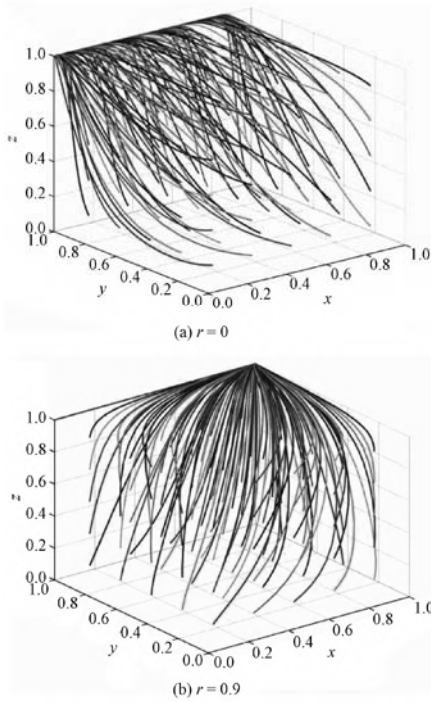


图 7 政府宽松规制与严格规制下各方策略演化过程  
Fig.7 Strategy evolution process of various parties under loose and strict government regulation

同时,鉴于企业专利市场价值发现与转化四方演化博弈模型涉及众多参数,且影响各异,为评估不同参数的作用效应,将重点从初始策略选择、企业信息披露、策略实施成本以及政府奖励惩罚 4 个方面进行系统分析,以廓清这些参数如何引起各方博弈主体策略选择过程及结果的变化。

#### 4.1 初始策略选择的影响

初始参与策略包括企业专利信息公开、科技中介机构专利发现、鉴别及精准推广、金融机构投资及政府严格规制,设  $x=y=z=r \in \{0.1,0.4,0.8\}$ ,在其他参数不变的情况下,四方博弈主体策略选择变化的演化过程及结果如图 8 所示。

由图 8 可知,随着各方初始策略选择概率的提高,四方博弈系统呈现复杂变化。对科技中介机构和金融机构而言,当其他三方初始策略选择概率逐渐增大时,其分别采取“精准推广”与“投资”策略概率的意愿将更大、速度更快,最终趋向于 1。对企业而言,其选择“信息公开”策略的初始意愿和速度均在快速增加,但当其他三方初始参与概率超过 0.4 时,其维持初始策略选择的时间则迅速减少,即企业存在向“信息隐瞒”策略转变的倾向。这说明,当科技中介机构进行精准推广、金融机构进行投资、政府进行严格规制时,企业可能产生机会主义行为,试图从其他三方的努力中直接获益而减少以专利信息公开为交换。对政府而言,作为政策制定和秩序规范者,其目标是实现社会整体效益最大、最优。当各方对专利信息公开或投资保持谨慎甚至观望态度时,政府将通过“严格规制”激励并监督各方参与行为,而随着各方参与意愿越来越高,政府将逐渐向“宽松规制”方向演化,让市场力量发挥作用。

#### 4.2 企业信息披露的影响

企业信息披露的影响主要体现在两个方面:因信息公开而直接降低各方进行信息搜寻的成本,同时将提升各方专利供需匹配效率从而提升效益。因此,设:效益提升系数  $\alpha \in \{1,1.2,1.4\}$ ;成本优化系数  $\beta \in \{0.9,0.7,0.5\}$ 。在其他参数不变的情况下,四方博弈主体策略选择变化的演化过程及结果如图 9 所示。

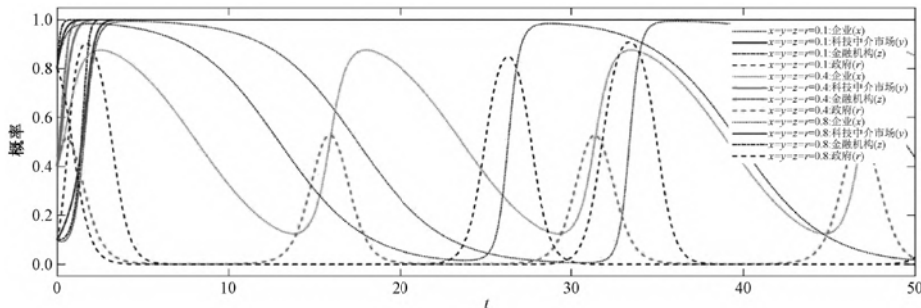
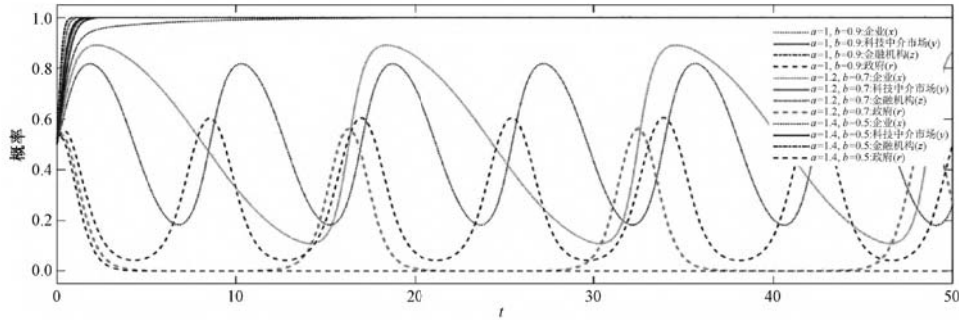


图 8 四方博弈主体初始策略选择概率  $x=y=z=r$  同时变化的演化过程及结果  
Fig.8 The evolution process and results of simultaneous changes in the initial strategy selection probabilities of the four-party game players:  $x=y=z=r$

图9 企业信息披露影响系数 $\alpha$ 、 $\beta$ 同时变化的演化过程及结果Fig.9 The evolution process and results of simultaneous changes in the impact coefficient of corporate information disclosure:  $\alpha$ ,  $\beta$ 

由图9可知,当效益提升系数 $\alpha$ 从1增加至1.4、成本优化系数 $\beta$ 从0.9降至0.5时,企业和政府的策略选择变化较大。当 $\alpha$ 、 $\beta$ 处于较低水平( $\alpha < 1.2, \beta < 0.7$ )时,企业的策略选择在“信息公开”与“信息披露”之间波动;当 $\alpha$ 、 $\beta$ 处于较高水平( $\alpha > 1.2, \beta > 0.7$ )时,企业的策略选择迅速向“信息公开”偏移。政府的策略选择过程表现出相同趋势,随着 $\alpha$ 、 $\beta$ 从低水平转向高水平,其策略选择逐渐趋于“宽松规制”。而科技中介机构采取精准推广策略与金融机构采取投资策略的概率越来越大。上述四方博弈主体的策略选择过程表明,从成本效益视角将显著增加(降低)专利信息披露、发现、鉴别、推广、投资等的收益(成本),能够有效促进市场主体的积极参与。

#### 4.3 策略实施成本的影响

推动专利市场价值发现与转化需要企业、科技中介机构、金融机构及政府各方协同,其中实施成本涉及企业专利信息披露成本、科技中介机构高市场价值专利甄别、验证及精准推广成本、金融机构投资前尽职调查成本以及政府管理成本等。设: $C_R = \{1, 4, 9\}$ ,  $C_{M1} = \{5, 7, 10\}$ ,  $C_{F1} = \{5, 9, 13\}$ ,  $C_{F2} = \{4, 8, 12\}$ 。在其他参数不变的情况下,四方博弈主体策略选择变化的演化过程及结果如图10所示。

由图10(a)可知,专利信息披露成本的变化对企业、政府两主体的策略演化产生显著影响。当专利信息披露成本较低时,企业选择信息公开。当专利披露成本不断上升时,其策略选择从波动状态逐渐向信息隐瞒方向演化,且演化速度同步加快。此时,为推动专利信息公开、促进创新转化为经济效益,政府更倾向于采取严格规制策略,通过奖励激励引导企业选择信息公开,并对企业隐瞒行为进行惩罚。

由图10(b)可知,精准推广成本的变化对企业、

科技中介机构和政府三主体的策略演化均产生显著影响。实现精准推广包括对高市场价值专利的甄别与验证,并以量身定制方式推介到最佳的供需主体手中,因此,该推广方式的效益更高,同时成本也更高。当推广成本适中时,科技中介机构将向精准推广方向演化;当推广成本增加时,科技中介机构可能认为其收益成本较低,从而迅速向普通的直接推广方向演化。在该过程中,企业意识到,若信息公开未能得到有效推广以提升专利运营效益,将会降低其信息披露的意愿。而政府则逐渐向严格规制方向演化,试图通过政策性手段刺激科技中介机构的精准推广行动。

由图10(c)可知,投资前尽职调查成本的变化对企业、金融机构和政府三主体的策略演化均产生显著影响。金融机构的投资目标是以一定的风险资金实现最大的收益回报。鉴于当前技术要素市场中优质专利的缺乏,投资前必然需要翔实的尽职调查以确保投资风险处于可接受范围内。尽职调查成本越低,金融机构向投资方向的演化速度越快。即使尽职调查成本升高,金融机构最初可能会选择不投资,但随着时间推移认识到相比于不投资的益处,其迅速向投资方向演化。与此同时,为获得外部资金支持专利运营等,企业更愿意选择专利信息公开。而为加快社会资金向面临资源约束的专利运营方流动,政府也会加大严格规制的可能性。

#### 4.4 政府奖励惩罚的影响

政府奖励包括对企业专利信息公开行为的奖励、对科技中介机构精准鉴别、验证及推广专利行为以及对金融机构投资专利行为的补贴,而惩罚则是对企业隐瞒专利行为的惩罚。设: $I = \{1, 2, 4\}$ ,  $J = \{1, 2, 4\}$ ,  $K = \{2, 6, 10\}$ 。在其他参数不变的情况下,四方博弈主体策略选择变化的演化过程及结果如图11所示。

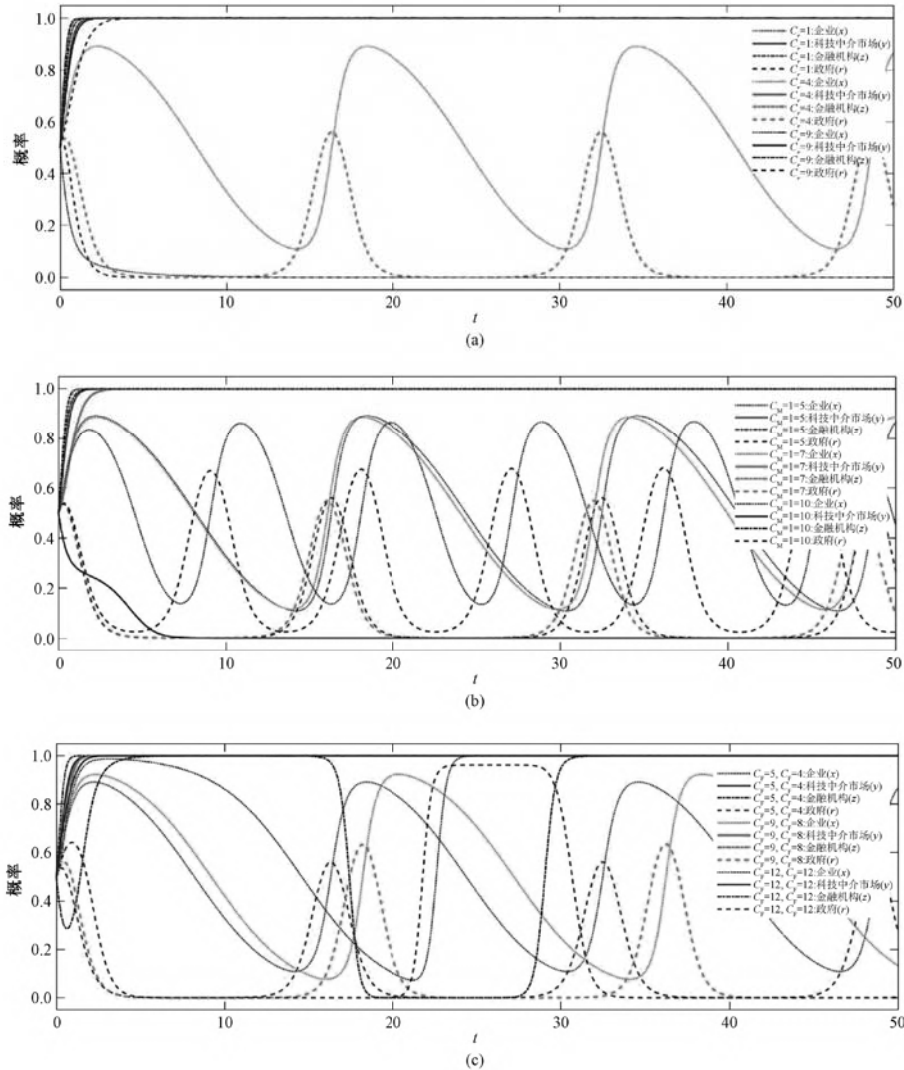


图 10 策略实施成本  $C_R$ 、 $C_{MI}$ 、 $C_{F1}$ 、 $C_{F2}$  变化的演化过程及结果

Fig.10 The evolution process and results of changes in the strategy implementation cost:  $C_R$ ,  $C_{MI}$ ,  $C_{F1}$ ,  $C_{F2}$

由图 11(a)可知奖励补贴的改变对四主体策略演化所产生的影响,其中,对企业和政府两主体策略演化的影响最为显著。当政府加大对科技中介机构和金融机构的补贴时,他们向精准推广和投资策略演化的趋势得到进一步加强。当政府对企业专利披露行为的激励由低向高时,随着时间推移,企业早期的信息公开意愿经历先增强后下降的过程,并最终向信息隐瞒方向演化。这表明,当科技中介机构和金融机构因政府补贴而极大增强专利推广与投资倾向时,企业最终也能从他们的行动中获得专利运营效益的提升,而这要远大于公开自身专有的专利信息所获得的政府激励。同时,当奖励补贴力度过大时,政府将向宽松规制方向演化。

由图 11(b)可知,由于惩罚支出是针对企业隐瞒专利信息行为的惩罚,故其数值改变主要对企业策略演化产生影响。当政府对隐瞒信息企业惩罚很小时,企业将选择隐瞒信息;当政府惩罚力度不断加大时,企业向信息公开方向演化的速度加大。同时,相较于低额度惩罚支出,当面临高额惩罚支出时,尽管企业策略选择仍有波动,但其维持信息公开策略的时间更持久。在该过程中,政府策略经历微小变化。相较于中等惩罚水平,政府策略演化在低和高惩罚水平上适度偏向严格规制,但最终仍趋于宽松规制。这说明,当其他三方主体都积极参与专利信息公开、推广及投资行动时,政府更愿意让市场力量主导企业专利市场价值发现与转化过程,仅当

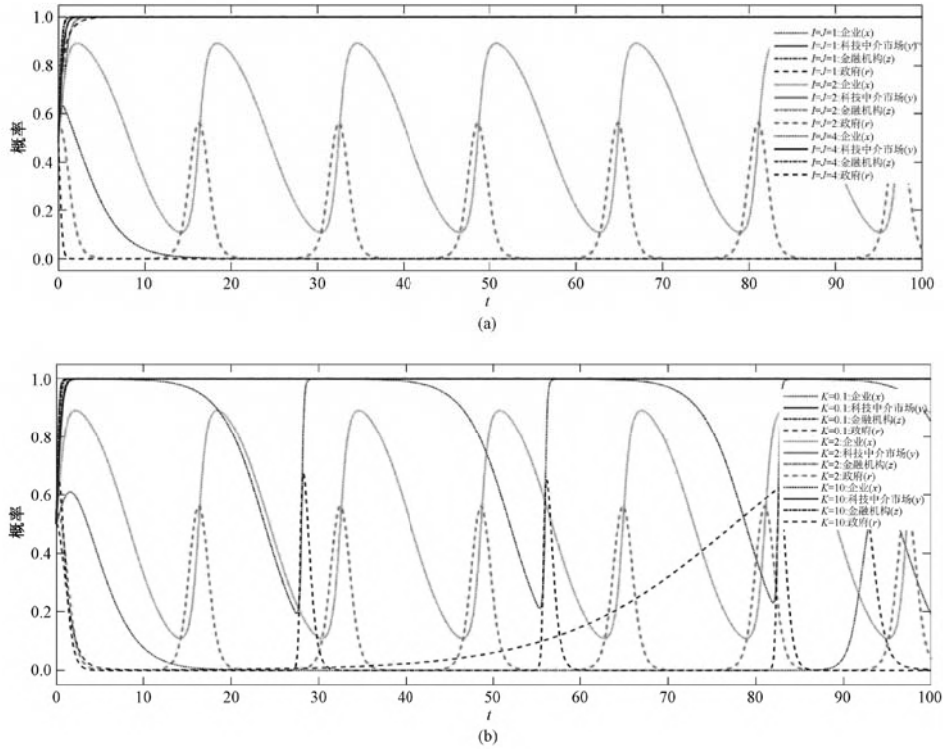


图 11 政府奖励惩罚  $I, J, K$  变化的演化过程及结果

Fig.11 The evolution process and results of changes in the government reward and punishment:  $I, J, K$

部分主体出现机会主义行为时,才以行政手段予以规制。

### 5 结论

知识产权强国建设战略是推动国家经济高质量发展的重要支撑,其明确要求全面提升知识产权创造、运用、保护、管理和服务水平。但目前企业在专利运用环节仍面临重大障碍,具体表现为科技成果转化不畅、市场价值难以实现,如评估难、质押难、交易难、变现难等。因此,如何进一步提高企业专利市场价值转化(尤其是外部商用化)效率对深化知识产权运用水平具有重要意义。

中国技术要素市场规模大,但优质专利缺乏阶段性特征加剧当前企业专利外部交易困境,而解决该难题的关键在于价值发现,即通过增强高市场价值专利的可见性并标记出低市场价值的专利,净化专利要素市场,强化市场主体交易自信,从而有利于专利的后续融资、推广和转化。因此,应以企业专利信息公开为基础促进价值发现机制的形成。

本文将政府、企业、科技中介机构和金融机构纳入专利市场价值发现与转化共同体中,运用不完全信息博弈理论构建企业专利市场价值发现与转化四

方主体演化模型,系统分析政府、企业、科技中介机构和金融机构不同策略选择对企业专利市场价值发现与转化的影响,并结合仿真方法,模拟分析政府、企业、科技中介机构和金融机构策略选择的影响因素及演化路径。研究主要得出以下结论:

(1) 政企金介专利市场价值发现与转化四方演化博弈系统存在均衡稳定策略,即:在政府宽松规制下,均衡稳定策略为(企业信息隐瞒或公开,科技中介机构精准推广,金融机构投资,政府宽松规制);在政府严格规制下,均衡稳定策略为(企业信息隐瞒或公开,科技中介机构精准推广,金融机构投资,政府严格规制)。由策略集可知,科技中介机构与金融机构策略选择较为稳定,而企业与政府是决定博弈系统演化方向及趋势的重要主体。

(2) 政府、企业、科技中介机构和金融机构对彼此初始策略选择的影响程度不同,体现出不对称性特征。企业对科技中介机构、金融机构及政府初始策略选择概率的变化更加敏感。随着其他三方初始策略向积极方向演化,其维持初始信息公开策略的时间更短,以更大的可能性向信息隐瞒方向演化,产生机会主义行为。科技中介机构、金融机构及政府的初始策略选择波动受其他三方初始策略选择概率



的影响相对较小。

(3) 信息披露收益与策略执行成本对不同博弈主体的策略选择产生影响。在收益信息披露方面,企业和政府对因专利信息公开而引起的效益提升系数和成本优化系数变化的敏感度更高,即两系数分别越大和越小时,企业选择信息公开、政府进行宽松规制的速度越快。在策略执行成本方面,当专利披露成本、精准推广成本及投资前尽职调查成本由低增高时,企业、科技中介机构和金融机构则分别从信息公开、精准推广、投资策略向信息隐瞒、直接推广、不投资策略方向转变,尽管不同主体在策略演化速度与维持时间上存在差异。

(4) 政府规制对不同博弈主体的策略选择具有重要的引导及纠偏作用。政府严格规制时,科技中介机构向精准推广与金融机构向投资策略方向演化的速度随政府补贴力度加大而加快,但当补贴力度过大时,政府可能由于支出过大而逐渐向宽松规制方向演化。政府对企业专利信息公开行为的奖励对企业策略选择的影响存在临界值,当超过一定额度时,激励对促进企业专利信息公开的效用开始降低。此时,政府加大对企业信息隐瞒行为的惩罚力度有利于纠正企业的机会主义策略选择行为,使其重新向信息公开方向演化。

为提升企业专利信息公开意愿,唤醒专利科技中介的市场活化作用,加大金融机构对潜在高市场价值专利的投资支持,改善技术要素市场质量,重塑经营主体对技术性资产交易信心,本文基于四方主体演化博弈分析、Matlab 仿真模拟及研究结论,提出以下对策建议:

(1) 政府需健全企业知识产权信息披露制度。信息披露制度首先确保市场参与主体能够正确快速地获得交易信息,同时能提高市场流动效率以促进社会资源的有效配置。此外,还可以作为市场监管手段,规范知识产权资产评估,完善知识产权交易市场的投融资功能<sup>[42]</sup>。2018年《知识产权相关信息披露规定》的印发促进了企业知识产权相关信息披露,但总体情况尚不乐观,仍然存在披露差距大、披露不完善、披露不充分等弊病<sup>[43]</sup>,尤其是在非上市企业中。因此,政府应通过立法等进一步制定企业知识产权信息披露制度及管理办法,区分上市企业与非上市企业,明确其知识产权信息披露时间、方式和内容,鼓励企业积极建设信息披露机制,激励企业知识产权流动与交易需求。

(2) 企业应加强对专利信息披露的关注,充分利用其市场与非市场化双重信号功能。随着开放创

新范式蓬勃发展,内外部两个创新渠道和市场为企业专利从内向外扩展价值(如许可实施、特许实施、许可、转让)提供契机<sup>[44]</sup>。一方面,通过明确的专利信息披露,可以直接促进内部未充分利用专利的潜在价值得以释放,也利于寻找合适的外部专利需求供给方、吸引潜在的风险投资方;另一方面,借助高质量专利信息的充分披露,有助于明确自身竞争优势,减轻融资约束,打造创新者形象,从侧面提升企业核心竞争力。

(3) 政府须发挥在企业专利市场价值发现与转化系统中的主导及纠偏作用。对企业而言,从财产权属性论,专利属于私权,可作为专有权构建企业竞争优势。但从社会公共利益角度看,专利具有公共产品性质。因此,政府需要通过国家权力平衡专利公私属性,通过适度的奖励引导企业公开专利信息,并对其信息隐瞒行为惩罚以纠正机会主义行为,形成稳定可信的专利信息披露机制。对金融机构与科技中介机构而言,鉴于当前专利市场要素相对混杂,面对鉴别、推广或投资成本高且风险大的局面,其初始参与意愿可能不强,政府需加强宣传并以适度的补贴进行激励。

(4) 科技中介机构应建立系统的专利市场价值甄别体系,强化高市场价值专利发现与精准化推广能力。在企业专利市场价值发现与转化系统中,科技中介机构作为重要中间机构群,连接企业、政府与金融机构,促进价值发现、信息匹配、投融资及价值转化。由于专利专业性强,而科技中介机构拥有专业化人才与技术,可以以企业公开专利信息为基础,构建企业专利权数据库,开发市场价值发现模型,做好高市场价值专利发现与低市场价值专利标记,并根据企业的专利动态需求信息,借助数字化精准推广技术,解决制约专利市场价值转化的信息不对称、资金缺乏等问题。

#### 参考文献:

- [1] 刘瑞明,金田林,葛晶,等. 唤醒“沉睡”的科技成果: 中国科技成果转化的困境与出路[J]. 西北大学学报(哲学社会科学版), 2021, 51(4): 5-17.  
LIU R M, JIN T L, GE J, et al. Awakening the “sleeping” science and technology achievements (STA): The dilemma and outlet of the commercialization of STA in China[J]. Journal of Northwest University(Philosophy and Social Sciences Edition), 2021, 51(4): 5-17.
- [2] GONG H, PENG S. Effects of patent policy on innovation outputs and commercialization: Evidence

- from universities in China[J]. *Scientometrics*, 2018, 117(2): 687-703.
- [3] 毛昊,刘澄,林瀚. 中国企业专利实施和产业化问题研究[J]. *科学学研究*, 2013, 31(12): 1816-1825.  
MAO H, LIU C, LIN H. The intellectual property capacity measurement indicator system and method based on equivalent relationship of kinds of intellectual property and kinds of research institute[J]. *Studies in Science of Science*, 2013, 31(12): 1816-1825.
- [4] 冯萍. 专利对外许可行为有助于企业自身创新能力发展吗? [J]. *科研管理*, 2021, 42(8): 184-191.  
FENG P. Can patents out-licensing improve firms' innovation performances? [J]. *Science Research Management*, 2021, 42(8): 184-191.
- [5] ZIEGLER N, RUETHER F, BADER M A, *et al.* Creating value through external intellectual property commercialization: A descriptive capacity view[J]. *The Journal of Technology Transfer*, 2013, 38(6): 930-949.
- [6] LICHTENTHALER U, ERNST H. External technology commercialization in large firms: Results of a quantitative benchmarking study [J]. *R&D Management*, 2007, 37(5): 383-397.
- [7] 叶建木,张洋,潘肖瑶,等. “休眠态”科技成果影响因素及形成机制研究[J]. *科技进步与对策*, 2021, 38(6): 1-10.  
YE J M, ZHANG Y, PAN X Y, *et al.* Research on influencing factors and formation mechanism of “dormant state” scientific and technological achievements [J]. *Science & Technology Progress and Policy*, 2021, 38(6): 1-10.
- [8] 袁晓东. 沉睡专利形成机理及其防治[J]. *科研管理*, 2009, 30(4): 168-174.  
YUAN X D. The causation of sleeping patents and its prevention[J]. *Science Research Management*, 2009, 30(4): 168-174.
- [9] 唐要家,孙路. 专利转化中的“专利沉睡”及其治理分析[J]. *中国软科学*, 2006, 21(8): 73-78.  
TANG Y J, SUN L. Analysis of “sleeping patent” in patent conversion and its solution [J]. *China Soft Science*, 2006, 21(8): 73-78.
- [10] 吴颖,肖源,苏洪,等. 基于参照点的产学研知识产权冲突协调契约设计[J]. *中国管理科学*, 2021, 29(1): 168-177.  
WU Y, XIAO Y, SU H, *et al.* Contract design for intellectual property conflict coordination of industry-university-institute cooperation based on reference point[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2021, 29(1): 168-177.
- [11] 董静,苟燕楠,吴晓薇. 我国产学研合作创新中的知识产权障碍——基于企业视角的实证研究[J]. *科学与科学技术管理*, 2008, 29(7): 20-25.  
DONG J, XUN Y N, WU X W. Intellectual property rights conflicts in firm-university R&D cooperation: An empirical study in China[J]. *Science of Science and Management of S&T*, 2008, 29(7): 20-25.
- [12] 周竺,黄瑞华. 产学研合作中的知识产权冲突及协调[J]. *研究与发展管理*, 2004, 16(1): 90-94.  
ZHOU Z, HUANG R H. Coordination to the conflict of intellectual property in the “industry-university-institute” cooperation[J]. *R&D Management*, 2004, 16(1): 90-94.
- [13] LI L, CHEN Q, JIA X, *et al.* Co-patents' commercialization: Evidence from China [J]. *Economic Research*, 2021, 34(1): 1709-1726.
- [14] ZHAO X, CUI H. Impact of university-industry collaborative research with different dimensions on university patent commercialisation [J]. *Technology Analysis & Strategic Management*, 2022, 34(11): 1235-1248.
- [15] BLOCK J H, FISHC C O, HAHN A, *et al.* Why do SMEs file trademarks? Insights from firms in innovative industries [J]. *Research Policy*, 2015, 44(10): 1915-1930.
- [16] 王钦,高山行. 专利申请中的战略动机——实证证据和政策启示[J]. *研究与发展管理*, 2015, 27(4): 110-121.  
WANG Q, GAO S X. Strategic motives of patent application—Empirical evidence and policy implications[J]. *R&D Management*, 2015, 27(4): 110-121.
- [17] 牟莉莉,汪克夷,钟琦. 企业专利保护行为动机研究述评[J]. *科研管理*, 2009, 30(3): 79-88.  
MU L L, WANG K Y, ZHONG Q. A review of motives for the patent protection of enterprise [J]. *Science Research Management*, 2009, 30(3): 79-88.
- [18] 毛昊,刘澄,林瀚. 基于调查的中国企业非实施专利申请动机实证研究[J]. *科研管理*, 2014, 35(1): 73-81.  
MAO H, LIU C, LIN H. An empirical study on non-implementation patent application motives of Chinese enterprises based on surveys [J]. *Science Research Management*, 2014, 35(1): 73-81.
- [19] 孙涛. 东北地区科技成果转化路径的优化研究[J]. *中国软科学*, 2019, 34(1): 175-183.  
SUN T. Study on the transformation and optimization of the scientific achievement in northeast area of China based on the evolutionary of game theory[J].

- China Soft Science, 2019, 34(1): 175-183.
- [20] 靳瑞杰, 江旭. 高校科技成果转化“路在何方”? ——基于过程性视角的转化渠道研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2019, 40(12): 35-57.  
JIN R J, JIANG X. Which way out? A process-based perspective on university technology transfer channels [J]. Science of Science and Management of S&T, 2019, 40(12): 35-57.
- [21] 张慧颖, 史紫薇. 科技成果转化影响因素的模糊认知研究——基于创新扩散视角[J]. 科学学与科学技术管理, 2013, 34(5): 28-35.  
ZHANG H Y, SHI Z W. Fuzzy cognitive research of the influencing factors during scientific and technological achievements transformation based on innovation diffusion perspective[J]. Science of Science and Management of S&T, 2013, 34(5): 28-35.
- [22] 周亚庆, 许为民. 我国科技成果转化的障碍与对策: 基于环境的研究[J]. 中国软科学, 2000, 15(7): 60-63.  
ZHOU Y Q, XU W M. The obstacles and solutions of China's scientific achievements transformation: Research based on circumstances [J]. China Soft Science, 2000, 15(7): 60-63.
- [23] 胡成, 朱雪忠. 基于专利信号的质押融资模式、困境与对策[J]. 科研管理, 2021, 42(3): 109-119.  
HU C, ZHU X Z. The pledge financing mode, predicament and countermeasures based on patent signals[J]. Science Research Management, 2021, 42(3): 109-119.
- [24] 刘鹏. 专利证券化“基础资产”适格性困境及法律对策[J]. 中国海洋大学学报(社会科学版), 2018, 31(6): 103-109.  
LIU P. The eligibility of the “basic assets” of patent securitization and its legal countermeasure[J]. Journal of Ocean University of China(Social Sciences), 2018, 31(6): 103-109.
- [25] 刘沛佩. 谁来为知识产权质押融资的“阵痛”买单——兼论知识产权质押融资的多方参与与制度构建[J]. 科学学研究, 2011, 29(4): 521-525.  
LIU P P. Who will pay bill to the “labor pains” of inventory financing of intellectual property right — Establishing the system of multi-participation of inventory financing of intellectual property right[J]. Studies in Science of Science, 2011, 29(4): 521-525.
- [26] 陈本燕, 王勇. 高科技中小企业知识产权质押贷款应何去何从? [J]. 中国软科学, 2009, 24(S1): 118-120.  
CHEN B Y, WANG Y. High-tech small and medium-sized enterprises pledge loans of intellectual property rights should go where [J]. China Soft Science, 2009, 24(S1): 118-120.
- [27] 袁晓东. 我国知识产权利用中的制度障碍——基于交易成本分析[J]. 电子知识产权, 2006, 11(12): 39-42.  
YUAN X D. Institutional obstacles in the utilization of intellectual property rights in China—Based on transaction cost analysis [J]. Electronics Intellectual Property, 2006, 11(12): 39-42.
- [28] TRIGEORGIS L, BALDI F, MAKADOK R. Compete, cooperate, or both? Integrating the demand side into patent deployment strategies for the commercialization and licensing of technology [J]. Academy of Management Review, 2022, 47(1): 31-58.
- [29] 史竹琴, 朱先奇, 许亚斌. 科技园区创新成果转化的路径研究——基于多主体合作视角[J]. 经济问题, 2020, 42(1): 70-78.  
SHI Z Q, ZHU X Q, XU Y B. Research on the path of transforming innovation achievements in science and technology park: From the perspective of multi-agent cooperation[J]. On Economic Problems, 2020, 42(1): 70-78.
- [30] 周荣, 喻登科, 涂国平, 等. 科技成果转化团队知识网络中知识共享的博弈模型[J]. 数学的实践与认识, 2016, 46(2): 201-213.  
ZHOU R, YU D K, TU G P, *et al.* Game theory of knowledge sharing in knowledge network of technology transferring team[J]. Mathematics in Practice and Theory, 2016, 46(2): 201-213.
- [31] 刘兴斌, 盛锋, 李鹏. 农业科技成果转化与推广主体动态博弈及协调机制构建研究[J]. 科技进步与对策, 2014, 31(9): 24-27.  
LIU X B, SHENG F, LI P. Research on the dynamic game of transformation and promotion of agricultural scientific and technological achievements and the construction of coordination mechanism [J]. Science & Technology Progress and Policy, 2014, 31(9): 24-27.
- [32] 张帆, 叶建木, 潘肖瑶. 激活“休眠态”科技成果的公共资本补偿博弈[J]. 科技管理研究, 2021, 41(2): 193-199.  
ZHANG F, YE J M, PAN X Y. Public capital compensation game of activating “dormant state” scientific and technological achievements [J]. Science and Technology Management Research, 2021, 41(2): 193-199.
- [33] 杨志. 公众参与交互型跨界污染治理补偿的四方博弈[J]. 中国管理科学: 1-14 [2022-04-24]. DOI:

- 10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2021.1416.
- YANG Z. Quadripartite evolutionary game of public participation in interactive transboundary pollution control compensation[J]. Chinese Journal of Management Science, 1-14 [2022-04-24]. DOI: 10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2021.1416.
- [34] ZHOU W, LIN T, CAI G. Guarantor financing in a four-party supply chain game with leadership influence[J]. Production and Operations Management, 2020, 29(9): 2035-2056.
- [35] 孙淑慧, 苏强. 重大疫情期医药研究报道质量监管四方演化博弈分析[J]. 管理学报, 2020, 17(9): 1391-1401.
- SUN S H, SU Q. Four-party evolutionary game analysis of quality supervision of medical research reports[J]. Chinese Journal of Management, 2020, 17(9): 1391-1401.
- [36] 魏延辉, 魏静, 刘娜. 基于朴素式创新视角沉睡专利共享价值研究[J]. 天津大学学报(社会科学版), 2020, 22(3): 254-260.
- WEI Y H, WEI J, LIU N. Research on sleeping patent sharing value based on frugal innovation perspective[J]. Journal of Tianjin University (Social Sciences), 2020, 22(3): 254-260.
- [37] 徐道义. 关于稳定性的几个基本定理[J]. 数学季刊, 1992, 6(2): 61-67.
- XU D Y. Several basic theorems about stability[J]. Chinese Quarterly Journal of Mathematics, 1992, 6(2): 61-67.
- [38] 郭亮, 王俐. 现代控制理论理论基础[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2013.
- GUO L, WANG L. Theoretical basis of modern control theory [M]. Beijing: Beihang University Press, 2013.
- [39] FRIEDMAN D. Evolutionary games in economics[J]. Econometrica: Journal of the Econometric Society, 1991, 59(3): 637-666.
- [40] RITZBERGER K, WEIBULL J W. Evolutionary selection in normal-form games[J]. Econometrica: Journal of the Econometric Society, 1995, 63(6): 1371-1399.
- [41] SELTEN R. A note on evolutionarily stable strategies in asymmetric animal conflicts[J]. Journal of Theoretical Biology, 1980, 84(1): 93-101.
- [42] 詹宏海, 王伟君. 知识产权交易市场的信息披露监管[J]. 电子知识产权, 2008, 18(9): 23-25.
- ZHAN H H, WANG W J. Information disclosure supervision in the intellectual property trading market [J]. Electronics Intellectual Property, 2008, 18(9): 23-25.
- [43] 鲍新中, 陈柏彤, 吴冬晓. 中国上市公司知识产权信息披露内容界定、计量方法及现状分析[J]. 北京联合大学学报(人文社会科学版), 2021, 19(3): 96-106.
- BAO X Z, CHEN B T, WU D X. Research on content definition, measurement method and current situation of intellectual property information disclosure of listed companies in China [J]. Journal of Beijing Union University (Humanities and Social Sciences), 2021, 19(3): 96-106.
- [44] 高良谋, 马文甲. 开放式创新: 内涵, 框架与中国情境[J]. 管理世界, 2014, 30(6): 157-169.
- GAO L M, MA W J. Open innovation: Connotation, framework and Chinese context [J]. Journal of Management World, 2014, 30(6): 157-169.