

# 蛙跳现象与区域协调发展： 动力测算与影响模拟

周密，张心贝，张恩泽

**[摘要]** 近年来蛙跳现象成为影响区域协调发展、制约邻域地区新质生产力培育的重要因素。蛙跳现象特指在创新成果的分布中，前端研发的创新策源地与后端承接的创新转化地之间出现的远距离空间分离。本文基于2012—2021年91万条专利权转移数据，在源点—目的地框架下测算蛙跳动力并估计其对区域协调发展的影响。研究发现：蛙跳呈现“东西高、中间低、东北居中”的空间结构及“前疏后密”的分布特征，京津冀、长三角及珠三角地区分别呈现“大出小进式”“同出同进式”及“大出大进式”的蛙跳现象。蛙跳在不同空间范围上作用不同，在全域层面上促进区域协调发展，但城市群内孵效果不明显。城市比较优势机制和政府协同转化机制通过提升技术禀赋优势与蛙跳转化效率，进一步强化协调作用。蛙跳的关键原因在于创新腹地的转化力不足，破题关键在于回流而非截流，为此设计基于全域—局域的蛙跳回流实验进行路径模拟。本文为深入认识中国特色的蛙跳现象、通过分层分域的回流路径更好促进区域协调发展提供了理论参考和实证证据。

**[关键词]** 蛙跳现象；动力测算；成果转化；区域协调发展

**[中图分类号]** F124 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1006-480X(2024)11-0043-19

## 一、引言

区域协调发展是迈向高质量发展和中国式现代化的内在要求。《中共中央关于进一步全面深化改革 推进中国式现代化的决定》提出，完善区域一体化发展机制，构建跨行政区合作发展新机制，深化东中西部产业协作。创新是驱动区域发展的第一动力，当前创新成果在空间分布上的不均衡成为制约区域协调发展的关键因素，表现在：①创新成果的研发集中在特定发达区域。国家知识产权局数据显示，2023年长三角、京津冀和粤港澳地区的发明专利有效量依次为130.8万件、70.3万件和67.2万件，合计占国内总量的65.6%。②创新成果的市场化与产业化呈现明显的空间聚集。科

**[收稿日期]** 2024-05-21

**[基金项目]** 国家社会科学基金重点项目“新空间赋能视角下构建大中小城市协调发展格局研究”(批准号23AZD033)；中央高校基本科研业务费专项资金“以现代化产业链建设推动大中小城市协调发展研究”(批准号63243044)；教育部哲学社会科学实验室专项基金项目“数字化背景下中国城乡融合与区域协调发展的机制与路径研究”(批准号H0123702)。

**[作者简介]** 周密，南开大学经济与社会发展研究院、经济行为与政策模拟实验室教授，博士生导师，经济学博士；张心贝，南开大学经济学院博士研究生；张恩泽，天津大学公共管理学院硕士研究生。通讯作者：张心贝，电子邮箱：zhangxbmail@yeah.net。感谢匿名评审专家和编辑部的宝贵意见，文责自负。

学技术部火炬中心及专精特新智造指数数据库数据显示,2022年技术合同成交额前三的北京、广东和上海分别为7947.5亿元、4525.4亿元和4003.5亿元,合计占国内总量的34.48%。创新成果研发与市场化产业化之间的空间不均衡所引发的“蛙跳现象”引人关注。

蛙跳现象特指在创新成果的分布中,前端研发的创新策源地与后端承接的创新转化地所发生的远距离空间分离现象。蛙跳现象是一种市场化选择,即企业等创新主体根据自身对要素、配套、区位等的内在要求进行成本收益比较的结果,但是蛙跳现象可能引发不同空间层面的社会福利差异,特别体现在以城市群为空间载体的经济区划上。城市群是中国新型城镇化发展的主要载体,群内城市地缘相近、文化互连、经济互通,更易形成一体化发展空间,因此,蛙跳中所跳的远距离主要是指跨城市群的空间距离。群内策源地的创新资源不断向群外转化地漏出,导致创新投入的空间载体应有的剩余索取权无形中发生转移,且面临同级财政主体间无法进行横向财税转移的行政限制,因此,创新成果的经济效益不易回流,使得蛙跳现象成为策源地及其邻域地区发展的重要制约因素。以京津冀城市群为例,2022年北京技术合同成交额高达7947.5亿元,输出津冀的成交额约为356.9亿元,仅占对外流出总量的7.8%,超过90%的创新成果流向群外。

中国特色的蛙跳现象与同阶段国外技术转移的特征不尽相同。根据1990—2016年美国校企专利权转移网络(Hu and Zhang, 2021),可归纳二者的主要差异,表现为:①局域动态不同。2000—2009年美国得克萨斯州对外转移量最高,频繁与邻近州,如亚利桑那州、科罗拉多州等地区的企业在生物医药领域展开合作,就近溢出导向鲜明。中国则是从全国科创中心北京向南方长三角、珠三角地区的远距离转移最为明显,跨越了津冀等广阔的城市群腹地。②全域趋势不同。美国专利权转移总量与州外转移比例均呈倒U型趋势,随着2000年前后美国高校技术转移激励法案的完善,专利权转移潮流极大地带动州际技术交流,2000—2009年达到高峰。而中国近十年专利权转移比例与蛙跳比例总体呈反向变化,如京津冀城市群专利权转移比例从17.16%降至0.67%,蛙跳比例从25.83%提高至27.16%。尽管蛙跳提升幅度不大,但相对于美国的同向变动趋势,中国蛙跳现象更为突出。

在这种背景下,蛙跳现象愈加成为制约中国区域发展的重大问题。当创新成果转化的市场选择与城市群边界的社会福利存在偏差时,如何畅通策源地和转化地的联系、平衡蛙跳与回流的关系、推动创新成果在空间层面实现社会福利最大化,成为重要的理论命题。本文尝试回答:创新成果的蛙跳动力何在?蛙跳现象如何调整创新资源分布,进而如何影响区域协调发展?立足城市群局域与中国全域双重角度,这一过程存在哪些独特规律,有何施策路径能够推动局域与全域福利全面提升?本文致力于:①立足源点—目的地的城市对框架,量化城市策源力、转化力及蛙跳动力,总结蛙跳现象的区域特征;②基于全域—局域的统筹,加强蛙跳效应的空间比较及其对区域协调发展的影响机制;③探索性地模拟蛙跳回流的动态效应及有效路径,为中国有序布局创新成果转化、引导新质生产力协调发展总结政策启示。

## 二、文献综述

### 1. 蛙跳现象的理论基础

蛙跳现象既有“技术转移”的空间动态,又以“成果转化”为最终目的,辨析好这两个重要概念是认识蛙跳的理论基础。国外技术转移代表理论包括中间技术论(Schumacher, 1973)、需求资源关系假说(斋藤优,1985)等。技术转移是国家间出于技术差异及技术资源需要所进行的技术引进

与输出活动,强调技术从一方到另一方的水平移动,技术形式包括专利、技术秘密等。随着中国科技成果规模扩大、国际环境日益复杂,区际技术转移迅速进入国内视野,热点主题如区际技术转移的空间特征及网络构建(刘承良等,2018)。中国成果转化概念最早由科技政策文件发展而来。1996年,《中华人民共和国促进科技成果转化法》将科技成果转化定义为:提高生产力水平而对科学研究与技术开发所产生的具有使用价值的科技成果进行的后续实验、开发、应用、推广直至形成新产品、新工艺、新材料及发展新产业等活动。在此基础上,国内研究进一步提出成果转化的基本特征:①以形成生产力或经济效益为目标;②以知识的流动和扩散为本质(靳瑞杰和江旭,2019);③以“研究、开发、中试、试制、生产、销售”一系列研发环节为载体(国家科委课题组,1994)。比较发现,蛙跳现象既有国外技术转移的一般性特征,强调成果空间上的归属变化,又有自身独特属性,强调成果从“实验室”走向“生产线”的属性变化,特指前端研发(包括研究、开发环节)与后端承接(包括中试、试制、生产、销售环节)的远距离空间分离情形。

## 2. 蛙跳现象的测算方式与影响因素

尽管少有学者从实证角度考察蛙跳现象,但已有研究在区域层面形成了丰富的技术转移刻画与成果转化评价方法,为本文测算蛙跳动力提供基础思路,如在源点—目的地(Origin-Destination,简称O-D)框架下探究技术转移的知识溢出(Mukherji and Silberman, 2013)、采用Bootstrap-DEA方法计算成果转化效率(钟卫等,2018)等。在合理测算的基础上,成果转化的影响因素受到关注。①企业主体因素,包括技术转移意愿及产业合作能力(Filippetti and Savona, 2015)等;②技术客体因素,包括市场需求度、技术成熟度(Nerkar and Shane, 2007)等;③政策环境因素,包括知识产权政策、公共治理水平(Lehrer and Asakawa, 2004)等。综上所述,蛙跳现象是一种特殊的成果转化,包含特定的空间语境,需要充分考虑来自产业合作、技术特征、政策环境等因素影响。

## 3. 创新与区域协调发展的关系

区域协调发展是中国政府和学术界长期关注的重大议题,逐渐形成具有中国特色的区域协调发展理论、城乡统筹理论等(安虎森和肖欢,2015)。随着新一轮科技革命和产业变革加速演进,创新日益重塑资本、资源、人才、技术等要素分布格局并深刻影响区域协调发展态势。静态上,由于中国创新能力呈现由沿海向内陆梯度递减的空间特征,创新促使这种区域发展差距继续扩大(樊杰和刘汉初,2016);动态上,地区间创新要素的流动有利于知识的空间溢出,从而提升区域创新绩效,促进区域协调发展(白俊红和蒋伏心,2015)。蛙跳现象同样带动了创新要素的区际流动,这种特殊情形能否促进区域协调发展仍有待检验。

总体看,既有文献在成果转化的概念界定、指标测算及影响因素等方面展开了丰富研究,为中国加快成果转化、破除创新堵点提供了理论支撑,也为本文考察蛙跳现象这一新问题奠定了坚实的理论基础。在区域协调发展战略背景下,创新成果的蛙跳日渐突出,引发蛙跳的动力因素是什么,对区域协调发展又有怎样的影响?现有研究对上述问题的探索仍然不足。本文的边际贡献为:①以中国特色的蛙跳现象为新切口,聚焦创新成果空间转化的现实难点堵点,结合新经济地理理论推导与O-D动力测算加深对蛙跳现象的内涵理解、特征识别与机理阐释。②以最新年份的大样本专利权转移数据捕捉蛙跳现象并给出经济学解释。本文采用2012—2021年覆盖29个省份、264个城市、超过91万条专利权转移数据,建立城市对维度的Logit模型,探究蛙跳现象对区域协调发展的异质性影响。③以新兴的网络分析方法与模拟实验系统考察蛙跳回流行为,实现抽象问题具体化。研究发现,回流具有降低单向连通而提高双向互动的平衡作用,最后形成分类回流、有效促进区域协调发展等政策建议。

### 三、理论模型

蛙跳现象集中关注两地间的创新成果流动与转化,本质上可以归结为由区际创新流驱动的供需均衡变化。聚焦于以城市群为边界的蛙跳现象,本文构建具有两要素、三地区、两部门的新经济地理学模型(Brülhart et al., 2004),即三地区NEG模型。一般均衡框架下,本模型以知识资本的流动与再利用反映创新成果的转移转化,以跨城市群的知识资本外流刻画创新成果远距离转化的蛙跳现象,以区域间供需关系的均衡变化反映蛙跳影响的动态过程。假设三地区的初始资源禀赋无差别,据此展开对于蛙跳现象对区域协调发展影响的理论阐释。

#### 1. 模型设定

两种生产要素为劳动力和知识资本。设定劳动力在各个区域内固定且平均分布,供需均衡变化源于知识资本流动,突出蛙跳影响。由于城市群内外要素流动存在壁垒,知识资本仅能在城市群内部自由流动。定义三个国内地区(城市),其中,两个( $r = 1, 2$ )属于同一城市群,知识资本总量为 $K$ ,两地分别为 $K_1 = \lambda K$ 和 $K_2 = (1 - \lambda)K$ ;另一地区( $r = 0$ )位于城市群外部,知识资本禀赋为 $K_0 = \beta K_1$ ,禀赋乘数 $\beta$ 独立。三地劳动力相同( $L_1 = L_2 = L_0$ )。每个地区有传统生产部门 $A$ 与现代生产部门 $M$ 。其中,传统生产部门符合规模收益不变的完全竞争,仅投入劳动力要素,同质化的传统产品在地区间零成本贸易,价格处处相等( $p_1^A = p_2^A = p_0^A$ ),同时标准化劳动工资等于价格( $w^A = p^A = 1$ )。现代生产部门满足Dixit-Stiglitz垄断竞争,投入劳动力与知识资本要素,任一地区 $r$ 对现代产品品种 $i$ 的成本函数为 $C_r^M(i) = L_i q_i + w_r K_i$ ,其中,前项为 $L_i$ 个劳动力生产 $q_i$ 个产品的工资成本,单位工资标准化为1;后项为规模收益递增的固定研发成本, $w_r$ 为地区知识报酬水平, $K_i$ 为该品种所需的知识资本量。差异化现代产品遵循冰山成本进行区际贸易,产生的运输成本由消费者承担,两两地区间的运输成本依次为 $T_{12}$ 、 $T_{01}$ 和 $T_{02}$ ,贸易方向不引起成本变化。

#### 2. 理论刻画

中国蛙跳现象表现为三种类型:①创新中心导向型,创新成果具有随总部企业向具有技术优势的创新中心南迁的趋势。自2014年北京疏解非首都核心功能以来,69家实业类央企总部中约三成迁出北京,其中迁入上海6家,深圳、中国香港和武汉各3家,广州2家。根据2019—2023年《中国城市科技创新发展报告》,上述城市是除北京以外科技创新发展高度活跃的地区。②产业配套聚集型,诸多京津企业选择在长三角、粤港澳地区设立生产基地,主要源于其产业集群发达、产业配套充足。例如,北京大量的量子信息成果流向长三角地区,是因为长三角地区已成为量子信息领域全球产业规模最大、技术水平最高、产业链最完整的区域。③创新政策吸引型,南方部分城市的创新政策力度较大,广泛吸引外地创新成果。2022年全国82.2%从原登记地迁出的高新技术企业落地江苏,其中苏州高新区是迁入数量最多的园区。天津—苏州、天津—南京都是医药资源蛙跳的重要路线,与当地工业园区医药产业发达、政策优势明显有关。2022年“苏州生物医药十二条”围绕基金、债券、信贷、融资、贴息等方面精准施策,对资本密集型的生物医药产业靶向发力,而国内尚无其他城市出台生物医药的专项金融政策。综上所述,近年来中国呈现以科学技术、产业配套、政策支持等因素为驱动力的多元化蛙跳新动向,为蛙跳现象的理论刻画及传导机制研究等提供了契机。

本模型将蛙跳现象描述为知识资本跨越城市群的流动壁垒、由群内策源地向群外转化地远距离输送并利用的过程,具体表现为:①配置效应:蛙跳现象将知识资本在策源地与转化地之间重新

配置,有助于提升群外转化地的现代生产效率(Keller, 2004)。<sup>②</sup>邻近效应:蛙跳现象实际上在策源地与转化地之间打通了一条联系城市群内外的“握手通道”。“握手通道”从三方面削弱了城市群的流动壁垒障碍:一是促进经济邻近,密切的知识资本转移转化将提高区域间技术邻近性,即两地的现代化生产需求、产业链创新发展等具有共通点或互补性(Kalapouti and Varsakelis, 2015),更多促进新兴产业的互补分工及配套产业的上下游贸易往来。二是搭建对接平台,技术转移中介为两地企业提供了技术评估、技术匹配、技术交易等一系列精准服务,如国际层面中国面向东盟的技术转移中心(CATTC)同时促进了双方农业、电子信息、生物技术等领域的贸易合作。三是完善信息网络,各区域政府、企业及高校机构利用信息网络实现技术信息沟通,技术知识的持续转移将带动商业信息快速交换,有助于两地贸易市场及时互通潜在合作机会(Premus and Jain, 2005)。据此更新三地定位、知识资本禀赋及运输成本:

$$\begin{cases} r = 1, \text{ 群内策源地} \\ r = 2, \text{ 群内封闭地} \\ r = 0, \text{ 群外转化地} \end{cases} \begin{cases} k_1 = K_1(1 - \alpha_1) \\ k_2 = K_2 \\ k_0 = K_0 + \varepsilon\alpha_1K_1 \end{cases} \begin{cases} T_{12} = 1 \\ T_{01} = \tau(1 - \alpha_2) \\ T_{02} = \tau \end{cases} \quad (1)$$

其中, $\alpha_1$ 反映蛙跳配置效应,即策源地的知识资本在多大程度上向转化地流动; $\varepsilon$ 为蛙跳转化效率,衡量转化地对蛙跳流入的知识资本吸收率; $\tau > 1$ 为城市群流动壁垒,群际运输成本必然大于群内; $\alpha_2$ 反映蛙跳邻近效应,衡量策源地与转化地之间流动壁垒因蛙跳减少的程度;蛙跳现象的影响程度由 $\alpha_1$ 和 $\alpha_2$ 共同决定,取值均在0—1之间。

### 3. 均衡分析

综合消费者及生产者行为<sup>①</sup>,推导模型的一般均衡解。为简便表达,设定以下三项变量:

$$\begin{cases} \Delta_1 = k_1T_{01}^{1-\sigma} + k_2T_{02}^{1-\sigma} + k_0 \\ \Delta_2 = k_0T_{01}^{1-\sigma} + k_2T_{12}^{1-\sigma} + k_1 \\ \Delta_3 = k_0T_{02}^{1-\sigma} + k_1T_{12}^{1-\sigma} + k_2 \end{cases} \quad (2)$$

由于短期内知识资本无法在区域间自由流动,零利润的均衡情况下知识报酬将随产量调整,同时三地劳动力数量相同且不变,简化地区劳动力 $L_r = 1$ ,结合消费者及生产者条件推导三地的价格指数 $P_r$ 及地区知识报酬水平 $w_r$ 如式(3)<sup>②</sup>, $k_r$ 和 $T_{rs}$ 为蛙跳现象在一般均衡解的影响体现:

$$\begin{cases} P_1 = \frac{\sigma}{\sigma - 1} \Delta_2^{\frac{1}{1-\sigma}} \\ P_2 = \frac{\sigma}{\sigma - 1} \Delta_3^{\frac{1}{1-\sigma}} \\ P_0 = \frac{\sigma}{\sigma - 1} \Delta_1^{\frac{1}{1-\sigma}} \end{cases} \begin{cases} w_1 = \frac{\gamma}{\sigma} \left[ \frac{(1 + k_0)T_{01}^{1-\sigma}}{\Delta_1} + \frac{(1 + k_2)T_{12}^{1-\sigma}}{\Delta_3} + \frac{1 + k_1}{\Delta_2} \right] \\ w_2 = \frac{\gamma}{\sigma} \left[ \frac{(1 + k_0)T_{02}^{1-\sigma}}{\Delta_1} + \frac{(1 + k_1)T_{12}^{1-\sigma}}{\Delta_2} + \frac{1 + k_2}{\Delta_3} \right] \\ w_0 = \frac{\gamma}{\sigma} \left[ \frac{(1 + k_1)T_{01}^{1-\sigma}}{\Delta_2} + \frac{(1 + k_2)T_{02}^{1-\sigma}}{\Delta_3} + \frac{1 + k_0}{\Delta_1} \right] \end{cases} \quad (3)$$

长期看,群内自由流动的知识资本会从知识报酬水平较低的地区向较高的地区迁移,表现为群内策源地知识资本占比 $\lambda$ 的动态变化。参考经典NEG模型,求解地区 $r$ 的间接效用函数如下:

$$V_r = -\gamma \ln P_r + Y + \gamma(\ln \gamma - 1) \quad (4)$$

该效用函数与物价水平 $P_r$ 负相关、与均衡产出 $Y$ 正相关,一方面衡量了地区实际知识报酬水平与消费者福利,即两地区的间接效用差为福利差,即:

<sup>①</sup> 消费者及生产者行为分析参见《中国工业经济》网站(ciejournal.ajcass.com)附件。

<sup>②</sup> 其中, $\sigma$ 为任意两种现代产品之间的替代弹性, $\gamma$ 由拟线性效用函数 $U = \gamma \ln x^M + x^A$ ( $\gamma > 0$ )来定义。

$$V_r - V_s = \gamma \ln \frac{P_s}{P_r} + (w_r - w_s) \quad (5)$$

另一方面间接效用反映了地区的实际产出水平与经济发展状态。当某地经济发展处于高峰期、实际知识报酬水平更高,吸引外地知识资本不断流入,反之,同理。因此,区际福利差  $V_r - V_s$  既决定了知识资本的流动方向,又展现了地区间经济发展的相对状态。而区域协调发展突出区域间“经济差距缩小”“经济关联加深”“经济发展同步”等特征(覃成林等,2011),据此认为,在任意时刻两地区经济发展状态越趋于同步( $V_r - V_s \rightarrow 0$ ),则其区域协调发展程度越高。同时,知识资本流动符合如下运动规律(樊士德等,2015):

$$\dot{\lambda} = \begin{cases} V_1 - V_2, & 0 < \lambda < 1 \\ \min\{0, (V_1 - V_2)\}, & \lambda = 1 \\ \max\{0, (V_1 - V_2)\}, & \lambda = 0 \end{cases} \quad (6)$$

其中,  $\dot{\lambda} = \frac{d\lambda}{dt}$ , 当  $V_1 > V_2$  时, 知识资本向策源地集中, 反之, 向封闭地集中; 当  $V_1 = V_2$  或  $\lambda \in \{1, 0\}$  时, 知识资本停止流动, 达到经济系统均衡。对标准化一般均衡方程进行数值模拟, 绘制差异化参数下  $V_r - V_s$  随  $\lambda$  变化的图像, 以考察蛙跳现象对城市群内部知识资本流动 ( $V_1 - V_2$ ) 的动态影响, 以及对跨城市群的策源地与转化地协调发展 ( $V_1 - V_0$ ) 的影响。常量参数设置  $\sigma = 4, \gamma = 0.8, \tau = 2$ , 符合模型要求且其变动不影响结论; 变量参数基准取值  $\beta = 1, \varepsilon = 0.5$ , 后续对此展开比较静态分析。假设城市群内知识资本初始均匀分布在两地区 ( $\lambda = 0.5$ )。

(1) 蛙跳影响的动态过程。总体上, 蛙跳现象的发生对经济系统有何影响? 施加  $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$  的约束, 模拟结果如图 1 所示。当蛙跳未发生时 ( $\alpha = 0$ ), 群内区际福利平衡 ( $V_1 = V_2$ ), 均衡点 E 配置不变 ( $\lambda = 0.5$ ), 策源地与转化地的协调水平如图 1(b) 中水平虚线所示; 当蛙跳现象发生后 ( $\alpha = 0.3$ ), 群内福利平衡被打破 ( $V_1 > V_2$ ), 驱动知识资本由封闭地向策源地流动, 完全聚集至点 E' 时满足均衡配置 ( $\lambda = 1$ )。此时, 转化地产出持续提高并趋向与策源地同步 ( $V_1 - V_0 \rightarrow 0$ ), 均衡点 E' 低于水平虚线且高于 0, 表明协调状况较之前有所改善。随着蛙跳加深 ( $\alpha = 0.5$ ), 群内福利差随之扩大, 加速推进上述协调过程。

(2) 蛙跳影响的异质性分解。引入蛙跳后的新均衡将促进策源地与转化地的协调发展。那么, 蛙跳配置效应与邻近效应又如何引起均衡的异质性变化? 放松  $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$  的约束考察两种效应的独立影响。根据图 1(c), 邻近效应是产生群内福利差、推动均衡配置变化的关键, 通过削弱城市群流动壁垒, 策源地与群外转化地实现市场共享、贸易互惠, 获得经济开放的效用提升。图 1(d) 则表明, 配置效应是加快策源地和转化地之间知识资本转化的关键, 是促进两地人才共用、技术互联, 从而同步产出、协调发展的主要原因。

(3) 蛙跳影响的传导机制。为探究蛙跳现象经由怎样的机制发挥作用, 进一步调整关键参数, 包括禀赋乘数  $\beta = \frac{K_0}{K_1}$  及蛙跳转化效率  $\varepsilon$ , 分别衡量转化地知识资本的相对禀赋及吸收能力。测试发现<sup>①</sup>,  $\beta$  (或  $\varepsilon$ ) 的变动与蛙跳影响呈正相关关系, 即转化地知识资本相对优势越强 (或吸收能力越强), 群内福利差越高, 两地产出更趋于同步, 区域协调发展程度越深。

① 机制结果参见《中国工业经济》网站(ciejournal.ajcass.com)附件。

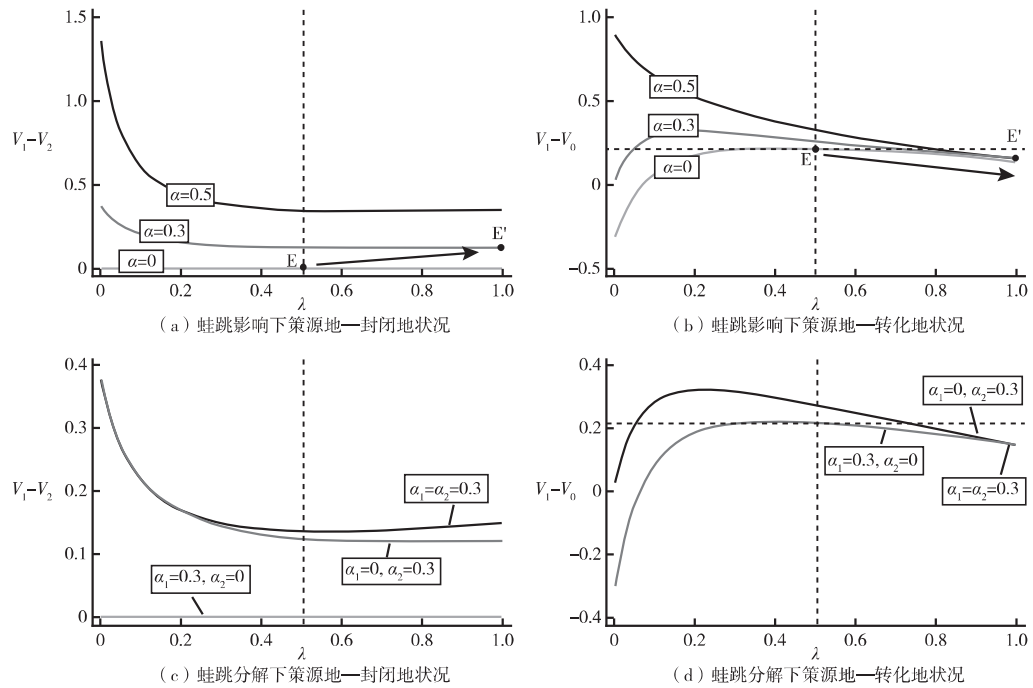


图1 蛙跳现象的影响及其分解

将理论结果与蛙跳现实相结合,提出蛙跳现象影响区域协调发展的可能机制:①城市比较优势机制,转化地技术禀赋优势 $\beta$ 越强,越容易通过蛙跳现象吸引策源地成果流入,对应于实践中创新中心导向型蛙跳。区际技术转移与区域创新能力间确有联系,如替代论(Pillai, 1979)、互补论(Chang and Robin, 2006)等主张,其中,中国省际技术转移表现为创新能力导向的“强者愈强、弱者愈弱”马太效应(杨龙志和刘霞,2014)。因此,创新中心型城市的技术比较优势将更多吸引成果向此蛙跳,通过两地技术联合、创新互惠实现协调发展,即“城市比较优势机制”。②产业集群靠拢机制,具有规模效应的产业集群将提高蛙跳转化效率 $\varepsilon$ ,使最新研发成果就地转化,对应于实践中产业配套聚集型蛙跳。研发投入的供给(Rosenberg, 1974)和市场回报的需求(Judd, 1985)是区际技术转移发生的源动力。各地区对本土产业发展的追求形成了对创新成果的需求,刺激蛙跳更多向产业集群靠拢,有助于加强两地产业创新合作、深化区域协调发展,即“产业集群靠拢机制”。③政府协同转化机制,蛙跳转化效率 $\varepsilon$ 同样依赖于“有为政府”。完善的知识产权保护制度(胡凯等, 2012)及利好创新的政策环境(Decter et al., 2007)有助于降低企业转化成本、促进技术转移发生。在中国特色社会主义市场经济体制下,政府作为调节市场的治理主体,对不同区域的协同转化具有重要引导作用。故提出“政府协同转化机制”,蛙跳现象辅以适当的政府治理能够促进区域协调发展。

(4)蛙跳回流的福利分析。值得注意的是,蛙跳现象虽然有利于策源地与转化地协调发展,但就双边局域而言,群内策源地大量聚集周边创新资源、产生虹吸效应,一定程度上加剧了城市群福利差距;群外转化地作为创新承接与产出提升方,所获蛙跳收益直觉上更高,这就有必要进一步讨论蛙跳回流的新情况。蛙跳回流是将一部分对外蛙跳的创新成果重新调整至群内邻域地区转化,使得成果转化既有益于远距离协调又兼顾群内福利。由此设定回流程度 $bf$ ,代表群内回流地接收

成果及效应发挥的比例,群外转化地的接收比例对应为 $(1 - bf)$ ,其他设定与参数均不变,将(1)式更新成(7)式,共同刻画蛙跳回流情形:

$$\begin{cases} r = 1, \text{ 群内策源地} \\ r = 2, \text{ 群内回流地} \\ r = 0, \text{ 群外转化地} \end{cases} \begin{cases} k_1 = K_1(1 - \alpha_1) \\ k_2 = K_2 + bf \times \varepsilon \alpha_1 K_1 \\ k_0 = K_0 + (1 - bf) \times \varepsilon \alpha_1 K_1 \end{cases} \begin{cases} T_{12} = 1 - bf \times \alpha_2 \\ T_{01} = \tau [1 - (1 - bf) \times \alpha_2] \\ T_{02} = \tau \end{cases} \quad (7)$$

不失一般性,取总体蛙跳程度 $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha = 0.3$ ,回流程度 $bf = 0.2$ 。蛙跳回流作为惠及邻域的间接优化方式,相对于蛙跳截流是否更具优势?蛙跳截流是通过强制调控手段阻止创新成果向群外的转移转化,表现为蛙跳程度直接减小,当前取值下引入同等程度的蛙跳截流 $\alpha = 0.3 \times (1 - bf) = 0.24$ 作为对比。结果发现<sup>①</sup>:协调方面,蛙跳回流削弱了原有影响,表现为知识资本聚集速度的放慢及最终策源地与转化地协调水平的下降,并且回流效果相对截流更加明显。福利方面,蛙跳回流显著提高了群内福利、总体福利达到最高,未展开回流的蛙跳情况次之,而同等程度的截流情况福利水平最低。因此,得到结论:蛙跳现象主要促进策源地与转化地的双边协调及转化地的福利提升,而蛙跳回流通过“牺牲”一部分协调作用换取群内福利的极大提升,实现对蛙跳现象及截流情形的进一步优化。

综上所述,蛙跳现象通过配置效应与邻近效应促进了群内策源地与群外转化地产出同步,由此提出核心假说:跨城市群的蛙跳现象能够促进策源地和转化地协调发展,进而提出城市比较优势、产业集群靠拢及政府协同转化三种机制。但蛙跳现象忽视了策源地局域福利,而蛙跳回流使策源成果惠及回流地,进一步提高总体福利水平。后续研究依次展开蛙跳动力测算、影响检验及回流模拟等分析,为核心假说、影响机制及回流路径提供实证证据。

#### 四、蛙跳现象的动力测算与区域特征

本文注意到,蛙跳现象在策源地与转化地间的成果转化适用于O—D框架,据此将蛙跳动力的区域因素与技术因素相分离,测算得到城市的策源力及转化力并描述蛙跳现象的区域特征。

##### 1. 蛙跳现象的动力测算

创新成果向生产力的有效转化需要所在地提供产业创新主体、技术基础设施、市场管理制度等物质保障(Leloglu and Kocaoglan, 2008),在城市角度上反映为是否具有足够的创新策源力或转化力作为支撑。强策源力的城市倾向对外输出成果,强转化力的城市则更多向内吸纳成果,分别构成了蛙跳策源地(源点 Origin,简称O)与转化地(目的地 Destination,简称D),故定义源点的策源力与目的地的转化力之和为该O—D方向下的蛙跳动力。

现有研究提出采用空间交互模型对目的地固定效应的系数估计,以测度区域获取技术和知识的吸收能力(周密和孙哲, 2016)。空间交互模型是研究两个地理实体间相互作用的经典模型,在源点与目的地之间建立了交互强度及其影响关系的形式化表达,适用于解释空间经济现象。由此构建源点 $o$ 至目的地 $d$ 间蛙跳现象的空间交互基础模型,如下:

$$leap_{od} = k_0 \frac{F_o F_d}{dis_{od}} \quad (8)$$

其中, $leap_{od}$ 代表 $o—d$ 方向下的蛙跳程度,以同方向的专利权转移流量作为测度指标; $dis_{od}$ 为

<sup>①</sup> 回流结果参见《中国工业经济》网站(ciejournal.ajcass.com)附件。



$o-d$ 间地理距离<sup>①</sup>,由百度地图的经纬度计算得到; $F_o$ 和 $F_d$ 分别为源点和目的地的专利存量,衡量两地的专利规模; $k_0$ 为引力系数。

在此基础上考虑成果蛙跳特有的影响因素,引入更多控制变量进一步增强模型解释力,构建扩展的空间交互模型以实现成果蛙跳影响因素的分解,主要包括技术因素(系数 $\beta_{m=1,2,3}$ )与城市因素(系数 $\gamma_{i,j}$ )两方面,如下:

$$leap_{od} = (dis_{od})^{\alpha_1} (sim_{od}^{c_n})^{\beta_1} (F_o)^{\beta_2} (F_d)^{\beta_3} (O_i)^{\gamma_i} (D_j)^{\gamma_j} \quad (9)$$

其中,  $sim_{od}^{c_n} = \frac{\sum_{k=1}^{c_n} S_{ok} S_{dk}}{\sqrt{\sum_{k=1}^{c_n} S_{ok}^2 \sum_{k=1}^{c_n} S_{dk}^2}}$  为技术结构相似度,  $S_{ok}$  和  $S_{dk}$  分别为策源地  $o$  和转化地  $d$  的第  $k$

类专利获得量占比,专利结构  $c_n$  依据中国专利分类法(发明、实用新型和外观设计  $c_1 = 3$ )及国际专利分类号 IPC(按首位划分八个部  $c_2 = 8$ )。  $O_i$  和  $D_j$  为识别源点和目的地的城市虚拟变量:当城市  $i$  为策源地  $i = o$  时,  $O_i = 1$ , 反之则为 0; 当城市  $j$  为转化地  $j = d$  时,  $D_j = 1$ , 反之则为 0。系数  $\gamma_i$  和  $\gamma_j$  分别为源点及目的地的固定效应,是在控制地理距离及技术因素后,策源地支持研发、对外输出成果的策源力,以及转化地吸收成果、对内创新产出的转化力。对模型取对数并引入时间维度  $t$ , 基于 2012—2021 年相关数据估计,并分别提取源点及目的地的固定效应,共得到 253 个城市<sup>②</sup>的策源力  $O_i$  及转化力  $D_j$ 。

## 2. 蛙跳现象的区域特征<sup>③</sup>

(1) 中国蛙跳总体呈现“东西高、中间低、东北居中”的空间结构与“前疏后密”的分布特征,以及向直辖市靠拢的“权级集中”特征。比较全国范围内不同区划的策源力及转化力,发现:①从四大经济区看,策源力与转化力具有“同高同低”的对称性,呈现“东西高、中间低、东北居中”的空间格局。其中,东部地区作为全国创新研发及转化中心,是蛙跳现象的主要聚集地。西部地区紧抓政策机遇,加快培育新质生产力,形成次高的策源力与转化力。国家统计局数据显示,2012—2021 年西藏、贵州、云南的 GDP 总增幅位居全国前三,转化力突出的广西积极构建“大湾区—北部湾经济区—东盟”的跨区域跨境产业链供应链,吸引粤港澳大湾区总投资超过 4.67 万亿元<sup>④</sup>。东北地区的策源力与转化力与全国均值持平,中部地区相对更低,属于创新活跃度较弱、参与蛙跳较少的边缘区域。②从经济区划看,策源力与转化力呈现以珠三角城市群为引领的“前疏后密”的分布特征。一方面,珠三角城市群是中国区际创新交流最为活跃的城市群;另一方面,城市群间策源力与转化力差距明显且不均,如较低水平的群际差距约在 0.01—0.1 之间,较高水平则普遍高于 0.1,尤其最高的珠三角城市群与次高的长三角城市群相差超过 0.2,呈现“前端稀疏、后端紧密”的分布特征,一定程度上反映了中国群际创新发展不平衡不充分的现实问题。③从行政区划看,蛙跳现象具有明显的“权级集中”特征。北京、上海、重庆、天津四大直辖市的策源力及转化力均位于全国前列。直辖市行政级别更高,有利于政府更高效地协调各类经济社会问题,具有优先试点国家重大项目的机会,如中国自由贸易试验区的设立等,为创新资源的研发及落地创造了良好条件,并不断向周边地区产生溢出效应。可以看到,中西部地区许多远离直辖市分布的省份,策源力及转化力均较低。

① 假设城市为圆形,可得城市与自身距离  $dis_n = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{land_n}{\pi}}$ ,  $land_n$  为土地面积 (Redding and Venables, 2003)。

② 专利权转移记录共覆盖 264 个城市,由于对应 IPC 等数据存在缺失,最终结果覆盖 253 个城市。

③ 区域特征比较结果参见《中国工业经济》网站 (ciejournal.ajcass.com) 附件。

④ 资料来源:2022 年广西壮族自治区党委宣传部“奋进新征程·广西改革这十年”新闻发布会。

(2)蛙跳现象在三大城市群中普遍存在,具有“强创新、重转化、快速度”的特征。基于三大城市群蛙跳分类比较结果,得到特征化事实如下:①横向上,蛙跳现象在三大城市群中普遍存在且日益突出。2012—2021年三大城市群的专利权转移比例持续降低,而蛙跳比例呈波动上升、平均高达29%。其中,长三角城市群专利获得总量最大、蛙跳比例最低,本地成果转化发展最为成熟。京津冀与珠三角城市群总量相近,且后者蛙跳比例明显高于前者,表明南北方城市群同时对外大量输出成果,市场选择的蛙跳现象是客观存在的,一味抑制蛙跳的“截流”并不合理。②纵向上,不同类型蛙跳的发展动态呈现差异化。创新性最强的发明专利更易发生蛙跳,虽然近年来其蛙跳占比呈下降趋势,实用新型和外观设计重要性有所提高,但仍保持50%左右的主导地位。这主要缘于发明专利市场化产业化的落地需求更强,表明蛙跳选择具有“强创新、重转化”特征。③根据专利授权类型分类,专利申请权的蛙跳比例增长明显,表明蛙跳现象越来越发生在专利授权完成之前,在反映“快速度”转移过程的同时,凸显了策源地与转化地间的蛙跳福利不对等。

(3)京津冀、长三角和珠三角城市群分别呈现“大出小进式”“同出同进式”“大出大进式”的蛙跳。根据表1结果,三大城市群的蛙跳动态取决于内部策源力及转化力的组合表现。①京津冀城市群:北京兼具高策源力与高转化力,天津次之,河北则均为较小负值,造成了京津单方面向外大量输出成果而河北作为广阔的创新腹地却转化不足的困局。创新成果的“有去难回”形成了“大出小进式”的蛙跳。②长三角城市群:上海是策源力和转化力双高的引领中心,浙江和江苏次之且转化力均为较高正值,共同带动了转化力较低的安徽,总体成果流动“有来有往”,形成“同出同进式”的蛙跳。③珠三角城市群:2012—2021年珠三角城市群发明专利蛙跳比例平均高达38.09%,远超出长三角的29.55%和京津冀的32.17%。但广东自身策源力与转化力突出,且群内没有其他负转化力的省份,因此,珠三角城市群既有大量成果蛙跳流出,又能充分吸收成果回流,实现“有去有回”的“大出大进式”的蛙跳。上述结果解释了为什么京津冀城市群的蛙跳比例并非最高,但相较其他两个城市群,其创新资源分布不均。内在原因是河北作为创新腹地的转化力不足,破题关键在于回流而非截流。

表1 三大城市群的策源力及转化力比较

经济区划		京津冀城市群				长三角城市群					珠三角城市群
行政区划		总体	北京	天津	河北	总体	上海	江苏	浙江	安徽	总体/广东
策源力	平均值	-0.2212			-0.4131	-0.1199		-0.1397	0.0570	-0.3902	0.1491
	最大值	1.4466	1.4466	0.2218	-0.2182	0.8047	0.8047	0.5589	0.5116	0.2170	1.4318
	最小值	-0.5671			-0.5671	-0.8071		-0.6697	-0.8071	-0.6010	-0.7309
转化力	平均值	-0.1408			-0.3537	0.0271		0.1574	0.1100	-0.3115	0.2627
	最大值	1.7253	1.7253	0.3358	0.0243	0.8998	0.8998	0.6686	0.4940	0.2229	1.4282
	最小值	-0.5954			-0.5954	-0.8485		-0.5364	-0.8485	-0.8242	-0.8037

## 五、蛙跳现象对区域协调发展影响的实证检验

根据理论结果,蛙跳现象促进策源地与转化地之间的远距离协调发展,但难以改善邻近地区的协调状况,长期看可能进一步拉大邻域差距。下面围绕城市群这一经济区划边界,基于中国实际专利权转移数据,实证检验不同空间尺度下的蛙跳影响及其机制。

### 1. 数据、变量及模型

本文以中国进入新发展阶段后的十年(2012—2021年)作为研究期,基于国家知识产权局中国专利公布公告系统,采集了91万余条专利权转移记录,根据转移前后权利人的所在地址判断专利权的城市归属,据此将所有转移记录按年度加总到各个城市,整理创建了覆盖中国264个地级市及以上城市的城际专利权转移的流量数据集,共得到约6.5万个以城市对为单位的有向观测值。与此相匹配,对每个城市采集专利禀赋及相关经济指标,数据来自CNRDS专利数据库、CEIC数据库、相关年份《中国城市统计年鉴》及各省份统计公报等。

(1)被解释变量:区域协调性(*collab*)。区域协调发展的测算方式可归纳为三类:以区际经济不平等缩小为衡量标准的差距观点(周民良,2000);以区际经济联系深化为重要表现的互动观点(孙久文和姚鹏,2015);以区域间多领域合作为协同目标的发展观点(张可云和裴相焯,2019)。在此基础上,周期同步性作为新兴视角被纳入重大区域问题的研究之中。黄玖立等(2011)考察了中国省际经济周期的协同变化,揭示了区域发展与周期变动的密切关联。周密和张心贝(2023)通过引入周期论新视角,评估了城市群对于促进群内发展同步、引领区域协调的重要作用,为本文构建周期协调度提供了思想基础。理论模型指出,蛙跳现象能够跨越城市群边界,促进策源地和转化地之间产出趋于同步,实现区域协调发展。由于理论模型中地区禀赋与发展条件一致的假设过于严格,经现实协调的两地难以实现绝对的产出趋同,更倾向于动态的周期同步、发展同频,兼具结构变化与互动关系。核心思想是:当区域间高度分割时,犹如两个独立的封闭经济体,周期变化将相互独立;反之,当区域间相互依赖时,竞争主导下的周期变化此消彼长,合作主导下的周期变化同步涨跌。据此构建区域协调性指标:①计算同步程度,即每个城市计算每年GDP增长率与研究期均值之差,每个城市对再两两做差取绝对值,反映城市经济发展同频程度。②划分四段周期。考察全样本同步程度的频数分布,划分四个阶段的经济周期:同步程度大于3%(占比14.58%)为高峰期,介于0%—3%之间(占比33.03%)为上升期,介于-3%—0%之间(占比38.41%)为平稳期,小于-3%时(占比13.98%)为低潮期,近似符合“两端低、中间高”的正态分布规律。③计算区域协调性的二元指标。当两个城市在同一年处于同一周期阶段时,区域协调性取值1,否则为0。

(2)解释变量。核心解释变量为蛙跳程度(*leap*)。专利权转移是中国最普遍的专利交易方式之一,也是技术空间转移的直接体现(段德忠等,2018)。本文采用两两城市间的专利权转移流量(*patent*)作为蛙跳程度的测度指标。控制变量引入:①地理距离(*dis*);②经济规模(*eco*),由两市实际GDP之和计算,衡量双边经济规模引力;③开放程度(*open*),由两市出口额之和占GDP之和比重计算,衡量区域对外开放水平。

(3)机制变量。对于由城市*i*到*j*方向的蛙跳现象,设置:①城市比较优势机制。对于u = 264个城市、v = 625类专利, $X_{ij}$ 表示城市*i*对*f*类专利的存量,计算城市*i*对专利*f*的比较优势为  $RCA_{if} = \frac{(X_{if} / \sum_{f=1}^v X_{if})}{(\sum_{i=1}^u X_{if} / \sum_{i=1}^u \sum_{f=1}^v X_{if})}$ ,以转移量最大的*F*类专利为代表,计算二值的比较优势指标(*adv*):  $adv_{ij} = 1\{RCA_{if} > RCA_{if}\}$ ,反映转化地是否具有相对策源地的技术优势。②产业集群靠拢机制。要求策源地与转化地在产业结构上同配、适于分工合作,设  $S_{ig}$  为城市*i*第*g*类产业占比,计算两地间产业结构的相似度为  $str_{ij} = \frac{\sum_{g=1}^3 S_{ig} S_{jg}}{\sqrt{\sum_{g=1}^3 S_{ig}^2} \sqrt{\sum_{g=1}^3 S_{jg}^2}}$ ;要求转化地已有高度产业集聚、对策源地形成吸引,以产业集聚最为明显的制造业为代表,设  $e_i$  为城市*i*的制造业从业人数、 $E_i$  为全产业从业人数,则策源地

集聚水平为  $agg_i = \frac{(e_i/E_i)}{(\sum_{i=1}^u e_i / \sum_{i=1}^u E_i)}$ 。交乘计算产业集群靠拢指标： $ind_{ij} = str_{ij} \times (agg_j - agg_i)$ 。

③政府协同转化机制。实践表明，各地争抢创新资源的核心手段以直接资金支持、补贴等财政方式为主，故计算政府治理强度( $gov$ )为衡量指标，以政府掌握财政资源的多寡刻画行政能力， $gov_{ij} = \frac{gov_i + gov_j}{Y_i + Y_j}$ ，其中  $gov_i$  为城市  $i$  的财政支出， $Y_i$  为 GDP 总量。

基于上述数据说明及变量设置，构建城市对维度的面板 Logit 模型：

$$collab_{ijt} = \log\left(\frac{P_{ijt}}{1 - P_{ijt}}\right) = \alpha + \beta leap_{ijt} + \gamma C_{ijt} + R_{ij} + T_t + \delta M_{ijt} \times leap_{ijt} \quad (10)$$

其中， $collab_{ijt}$  为被解释变量，表示  $t$  年城市  $i$  和城市  $j$  之间是否实现区域协调发展， $P_{ijt}$  表示协调实现的概率； $\alpha$  为常数项； $leap_{ijt}$  为核心解释变量，表示  $t$  年由城市  $i$  到城市  $j$  方向的蛙跳程度； $C_{ijt}$  为若干个随城市对和时间变化的控制变量（如经济规模）， $R_{ij}$  为只随城市对变化的协变量（如地理距离）， $T_t$  为时间固定效应； $M_{ijt}$  为机制变量，在机制分析部分引入。

## 2. 基准回归<sup>①</sup>

表 2 第 (1) — (4) 列显示了蛙跳现象对区域协调发展的基准回归结果。为体现蛙跳现象跨城市群的远距离特征，本文按照《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》中的城市群范围，对样本城市对进行分组回归，第 (1) 列为策源地与转化地分属不同城市群的蛙跳结果，第 (2) 列为同一城市群内部的内孵结果<sup>②</sup>。可以看到，蛙跳结果的  $leap$  系数显著为正，而内孵结果不显著，表明蛙跳现象主要促进了远距离的区域协调发展，而目前城市群内部的成果转移转化效果欠佳。第 (3)、(4) 列重新按照中国行政区划分界，与上述结论保持一致。

表 2 基准回归及机制分析结果

	按城市群分界		按省份分界		机制分析		
	(1) <i>collab</i>	(2) <i>collab</i>	(3) <i>collab</i>	(4) <i>collab</i>	(5) <i>collab</i>	(6) <i>collab</i>	(7) <i>collab</i>
<i>leap (patent)</i>	0.0008*** (0.0002)	0.0000 (0.0001)	0.0007*** (0.0001)	0.0001 (0.0002)	0.0005** (0.0002)	0.0005** (0.0002)	0.0004** (0.0002)
<i>adv × leap</i>					0.0007** (0.0003)	0.0007** (0.0003)	0.0007** (0.0003)
<i>ind × leap</i>						-0.0037 (0.0028)	-0.0029 (0.0028)
<i>gov × leap</i>							0.0087** (0.0038)
Controls	是	是	是	是	是	是	是
Mechanisms	否	否	否	否	是	是	是
Obs	54369	8551	55701	7219	54369	54369	54369

注：Logit 模型均报告平均边际效应，括号内为城市对层面的聚类稳健标准误；Controls 表示控制变量及固定效应是否加入，Mechanisms 表示机制交互项的各单项变量是否加入；\*\*\*、\*\*、\* 表示在 1%、5%、10% 的水平上显著，以下各表同。

① 内生性处理及稳健性检验结果参见《中国工业经济》网站 (ciejournal.ajcass.com) 附件。

② 由于城市与自身间必然存在协调关系从而夸大内孵影响，剔除城市专利自转移样本以排除干扰。

### 3. 机制分析

表2第(5)一(7)列依次引入城市比较优势机制 *adv*、产业集群靠拢机制 *ind* 及政府协同转化机制 *gov* 的机制交乘项<sup>①</sup>。结果表明:创新中心导向型蛙跳和政策吸引型蛙跳能够进一步强化协调,而集群靠拢型蛙跳未有显著影响。从理论模型看,转化地的技术禀赋优势 $\beta$ 和蛙跳转化效率 $\varepsilon$ 均经由不同机制发挥调节作用。从中国实践看,高质量发展阶段下技术联合与协同创新越来越成为驱动区域协调发展的重要因素。在“以中心城市引领城市群发展、城市群带动区域发展”新模式下,蛙跳现象更多充当连接各大城市群的创新导向型“握手通道”,推动创新中心城市的技术远距离扩散。同时,相比于产业同配的市场选择,区域治理在蛙跳过程中的协同转化作用更加重要。两地政府的财政影响力越强,可实施的创新激励补贴和协同转化政策将越有效,有利于合理规范蛙跳现象。

### 4. 异质性分析

上述结果聚焦全国范围的蛙跳作用,发现蛙跳现象在全域层面促进了区域协调发展。局域层面看,中国创新水平呈现区域上“南高北低”、区划内“中心高边缘低”的现实特征,中心城市引领区域协调发展的重要性日益凸显(丁如曦等,2020)。据此考察蛙跳异质性影响,结果见表3。南北联动效应涵盖南北方组合四种情况<sup>②</sup>。南北、北南的区际联动虽然在蛙跳样本中占比不大,但均表现出强劲的协调作用;区内联动中,南南蛙跳发生较为普遍,但仅北北蛙跳形成了协调态势。这主要缘于广阔的北方地区或南北地区之间城市经济发展差异较大,城际经济联系尚未系统建立,蛙跳现象更能发挥深化联系的联动效应。中心引领效应,划定各大城市群的经济中心城市<sup>③</sup>,分别考察了中心与非中心城市四种组合情况。总体看:①“以强带弱”的中心—非中心型蛙跳的协调作用显著最强,形成了“中心城市策源带动非中心城市转化”的良性引领态势;②“同级互动”的中心—中心型及非中心—非中心型蛙跳均有较强作用,表明经济发展程度及定位相近的城市之间更容易通过蛙跳实现协调;③“以弱补强”的非中心—中心型蛙跳为样本中占比最大的蛙跳类型,但并未起到明显的协调作用,这为本文后续优化布局蛙跳、分类开展回流提供了空间与思路。

表3 异质性分析结果

南北联动效应	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>collab</i>	<i>collab</i>	<i>collab</i>	<i>Collab</i>
	南北	南南	北南	北北
<i>leap</i>	0.0016*** (0.0004)	0.0001 (0.0001)	0.0014*** (0.0003)	0.0022*** (0.0008)
Controls	是	是	是	是
Obs	13140	27210	10233	3786
中心引领效应	以强带弱	同级互动		以弱补强
	中心—非中心	中心—中心	非中心—非中心	非中心—中心
<i>leap</i>	0.0018*** (0.0004)	0.0006*** (0.0002)	0.0011** (0.0004)	0.0001 (0.0005)
Controls	是	是	是	是
Obs	15995	5827	11233	21314

① 考虑到变量间存在量级差距,对虚拟变量以外的机制变量进行中心化处理。  
 ② 按秦岭—淮河一线分界,分界上各省份根据占地比重,江苏、安徽计南方,河南、陕西和甘肃计北方。  
 ③ 经济中心标准:一是经济上以GDP总量与人均GDP反映经济发展规模与质量,要求城市超过所在城市群均值且平均达到均值的150%;二是行政上要求城市为直辖市或省会(即行政中心),或在城市群发展规划中具有突出地位。当满足任一条件时,该城市将被视为经济中心城市。

## 六、进一步研究

### 1. 回流模拟设计

理论模型表明,策源地对周边地区产生虹吸效应,而合理的蛙跳回流将有助于群内差距缩小与总体福利提升。实证检验发现,蛙跳现象在远距离促进了策源地与转化地间的区域协调发展,同一城市群内部的内孵效果并不明显。为了更好地以城市群为抓手寻求高质量的区域协调发展,下面设计蛙跳回流模拟实验,进一步探讨如下问题:①蛙跳回流将如何影响区际技术联系、具有怎样的回流效应?②如何平衡好远距离协调与邻域福利的关系,即在多大程度上展开回流?③应当优先回流哪部分蛙跳,怎样的回流路径最有效?

对此引入了网络分析的思想方法。网络分析是近年聚焦动态化过程的结构、关系和行为的新兴方法,日益成为研究区域空间关联(李敬等,2014)等重要区域问题的新范式。蛙跳现象可以看作是创新成果从策源地流向转化地的动态过程,在两两区域间构成了一种有向的蛙跳关系,从而多区域交织,形成了错综复杂的蛙跳关系网络。基于这一网络,将蛙跳回流具象化为:对于一个策源地,将城市群外部的远距离蛙跳关系,不断调整至城市群内部的邻近地区,从而设计“先抽边后补边”的模拟实验(周密等,2024)。具体步骤包括:①构建蛙跳网络。以264个城市为网络节点,2012—2021年城市间专利权转移平均数量为网络关系,以整体均值为门槛构建二值的蛙跳关系网络。②量化回流效应。蛙跳回流旨在兼顾全域协调与局域福利,避免蛙跳福利向转化地的不平衡倾斜,应在保证足够的策源地—转化地的单向连通下,适当反过来推动转化地—策源地的双向互动,使蛙跳现象既有覆盖全域的影响规模,又平衡了局域的群内群外福利。根据这一目标,设置两种回流效应的评价指标:一是单向连通度  $connectivity = 1 \left\{ \frac{mean(e^2)}{mean(e)} > 2 \right\}$ ,定义为:每个城市平均具

种回流效应的评价指标:一是单向连通度  $connectivity = 1 \left\{ \frac{mean(e^2)}{mean(e)} > 2 \right\}$ ,定义为:每个城市平均具有两个以上的蛙跳关系  $e$ ,则被视为连通(Molloy and Reed, 1995);二是双向互动度<sup>①</sup>  $interaction = 1 \{ i = o_j \text{ and } i = d_j \}$ ,衡量策源地对外蛙跳后能否实现回收转化。③确定回流路径。首先要满足将城市群外部的蛙跳关系调整至内部邻域。在此基础上,较为直观的做法是采用距离上由远及近的回流路径,即优先将最远的蛙跳关系调整至最近的城市,但这种方式显然不是最有效率的,因此,将距离回流路径作为基准,横向比较优化路径的回流效应变化,以期实现单向连通与双向互动的协调。

### 2. 回流效应模拟

图2为回流效应模拟结果,横轴为回流次数<sup>②</sup>、纵轴为两种评价指标,包括分省回流、分群回流两种情况,主要发现:①蛙跳回流呈现此消彼长的效应。随着远距离蛙跳不断回流,单向连通度下降,区际联系的广泛性不断降低,又使得双向互动度提高,促进两地互为策源地与转化地的良性态势。②蛙跳回流要求实施有度。随着回流程度不断加深,特别是超过30%后,两种指标变化越来越呈现非单调的拐点结构,单向连通度为先降后升的U型,双向互动度为先升后降的倒V型,表明回流具有一定的实施阈值,当大部分非同区划的蛙跳实现回流后,即跨过拐点处,继续回流将会打破同一区划下的互动结构并在更近的区域重构,从而呈现完全相反的作用。过度回流只能造成事倍功半的结

①  $o_j$ 和 $d_j$ 分别为城市 $j$ 的策源地和转化地。

② 统一为100次,单次回流关系系数取决于回流程度(10%—50%)。

果,因此,在蛙跳关系网络下回流应保持在20%及以下的程度。③蛙跳回流对于区划标准不敏感。比较图2(a)与图2(b),或者图2(c)与图2(d)发现,分省或分群回流效应变化基本一致,表明回流效果不依赖于基础的区划标准,更可能是回流路径发挥作用。

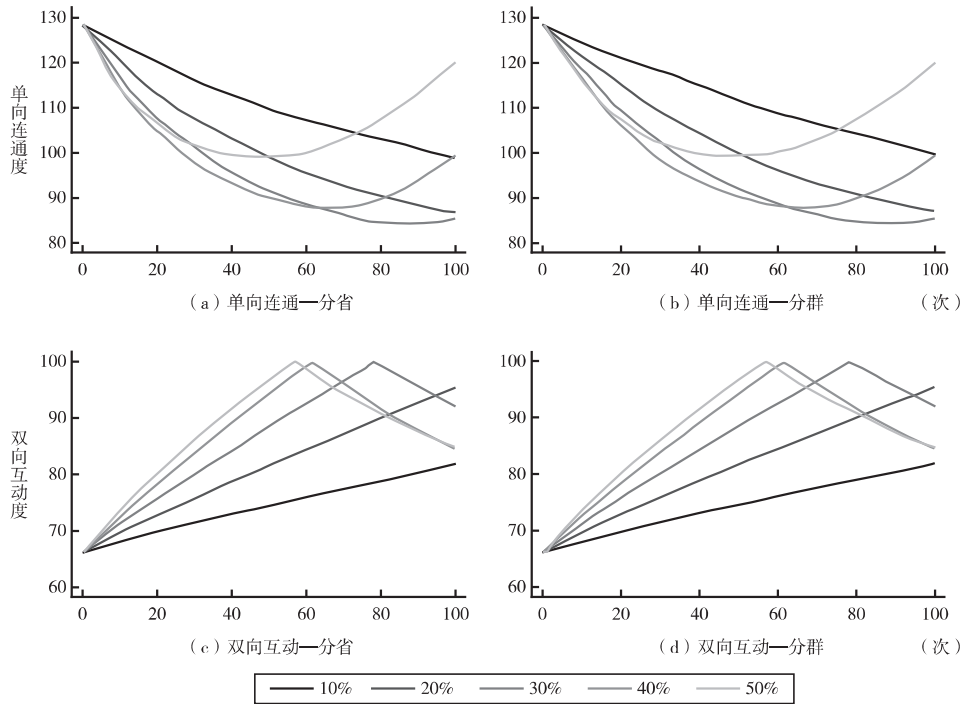


图2 回流效应模拟结果

### 3. 回流路径模拟

本部分展开回流路径模拟,据前文所述,将回流程度控制在10%和20%,结合实证机制及异质性分析,提出三种优化回流路径,旨在回答“怎样的回流路径最有效”的问题。图3显示了模拟结果,以距离回流路径为基准,考察三种优化路径的指标改进。

(1)创新导向回流路径。蛙跳现象具有城市比较优势机制,更多地受到创新中心型城市的技术优势吸引,由此提出“创新导向回流路径”,即优先回流不具有相对技术优势的蛙跳关系,使留存的蛙跳实现技术强强联合、发挥双边互惠作用。该路径在图3(a)、(b)中单向连通优化为正,但在图3(c)、(d)中双向互动优化为负,均随回流程度加深而扩大。这一定程度上缓和了此消彼长的回流效应,但相较于基准路径未有明显的效率优化。

(2)政府协同回流路径。政府协同转化机制深化了蛙跳协调作用,这有赖于地区政府较强的政策影响力与治理能力,故提出“政府协同回流路径”,即优先回流财政影响力较弱区域的蛙跳关系,促使蛙跳更多发生在利好创新的政策环境之下。该路径的单向连通度先降低后升高,整体上显著正优化;双向互动度持续升高且较基准路径具有一定正优化。总体看,政府协同回流路径兼具单向连通与双向互动的效率优势,虽然在20%程度下各指标有下降趋势,但在适度回流范围内,该路径表现出单向连通与双向互动并进的优越性。

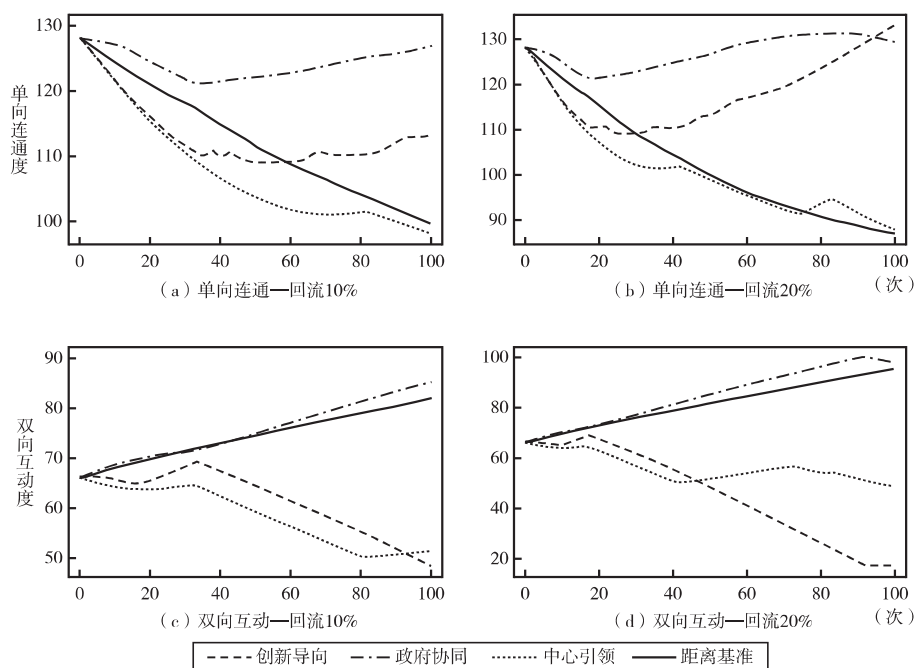


图3 回流路径模拟结果

(3)中心引领回流路径。异质性分析表明,中心城市作为创新资源集中的枢纽,承担着引领非中心城市的协调作用,中心引领效应由弱至强依次为非中心—非中心型、中心—中心型、非中心—中心型及中心—非中心型蛙跳。由此提出“中心引领回流路径”,即按上述顺序优先回流样本占比最高但并不显著的非中心—中心型蛙跳关系,进一步强化中心—非中心型蛙跳的引领作用。图3显示,该路径的单向连通度与双向互动度在回流过程中较长时间保持在低于基准路径及其他路径的水平。但随着回流程度的加深,两种指标在回流后期均呈现出回升趋势、可能存在一定的后发潜力。但就现阶段控制在20%以内的蛙跳回流需求而言,中心引领回流路径未能实现良好的效率优化,相较于其他优化路径稳定性较为不足。

## 七、结论与启示

本文聚焦成果转化过程中创新策源地与转化地远距离分离的蛙跳现象。运用2012—2021年264个城市的专利权转移流量数据集,测算蛙跳策源力及转化力发现,京津冀城市群呈现“大出小进式”的蛙跳,长三角城市群呈现“同出同进式”的蛙跳,珠三角城市群呈现“大出大进式”的蛙跳。进一步,建立城市对维度的Logit模型估计蛙跳现象对区域协调发展的影响:①蛙跳现象促进了策源地与转化地的远距离协调,而同一城市群的内孵效果不明显,南北联动效应及中心引领效应能有效强化协调作用。②创新导向机制和政府协同转化机制通过助推区际技术联合、创新互惠强化蛙跳效果。③回流效应上,城市间的单向连通度与双向互动度呈现此消彼长的变化并具有潜在的实施限度;回流路径上,政府协同路径实现了单向连通与双向互动并进的效率优化。

上述结果有助于认识中国蛙跳现象的经济内涵、区域特征及其对区域协调发展的影响,对



未来中国合理发挥蛙跳作用、促进区域协调发展具有一定的指导价值。本文的政策启示是:①推进蛙跳空间分布均衡化,加快培育新质生产力的原始创新策源地,优化跨区域创新成果转化地的空间形态。加强中部与东北部地区在成果转化过程中的深度参与,鼓励东部创新成果在中西部、东北地区孵化。着力缩小策源地与转化地的“前疏后密”差距,围绕各地高新区、经济技术开发区等集聚区打造关键技术策源地和自主创新成果转化首选地,加强关键核心技术创新和成果有效转移转化。②区际区内分类部署,推动以成果蛙跳促进协调发展的良性循环。区际层面,结合区域技术优势及创新分工等因素,重视创新中心导向型蛙跳的主体协调作用,因地制宜地加强蛙跳的精准性和互补性。区内层面,突出中心城市对非中心城市的引领地位与策源担当,尽快突破当前蛙跳现象中邻域内孵效果不明显的堵点卡点制约点。③充分发挥有为政府的保障作用。依托政府协同转化路径,合理适度展开蛙跳回流。中央政府要兼顾整体与部分的关系,引导单向连通与双向互动的平衡;地方政府要建立好成果转化的政策协调机制、搭建好地区间产业合作的沟通平台,加强财政政策与产业、创新及社会政策的有效配合,使中央与地方政府形成创新合力。

#### 〔参考文献〕

- [1]安虎森,肖欢.我国区域经济理论形成与演进[J].南京社会科学,2015,(9):23-30.
- [2]白俊红,蒋伏心.协同创新、空间关联与区域创新绩效[J].经济研究,2015,(7):174-187.
- [3]段德忠,杜德斌,湛颖,管明明.中国城市创新技术转移格局与影响因素[J].地理学报,2018,(4):738-754.
- [4]丁如曦,刘梅,李东坤.多中心城市网络的区域经济协调发展驱动效应——以长江经济带为例[J].统计研究,2020,(11):93-105.
- [5]樊士德,沈坤荣,朱克朋.中国制造业劳动力转移刚性与产业区际转移——基于核心—边缘模型拓展的数值模拟和经验研究[J].中国工业经济,2015,(11):94-108.
- [6]樊杰,刘汉初.“十三五”时期科技创新驱动对我国区域发展格局变化的影响与适应[J].经济地理,2016,(1):1-9.
- [7]国家科委课题组.科技成果转化的问题与对策[M].北京:中国经济出版社,1994.
- [8]胡凯,吴清,胡毓敏.知识产权保护的技术创新效应——基于技术交易市场视角和省级面板数据的实证分析[J].财经研究,2012,(8):15-25.
- [9]黄玖立,李坤望,黎德福.中国地区实际经济周期的协同性[J].世界经济,2011,(9):19-41.
- [10]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,(12):35-57.
- [11]刘承良,管明明,段德忠.中国城际技术转移网络的空间格局及影响因素[J].地理学报,2018,(8):1462-1477.
- [12]李敬,陈澍,万广华,付陈梅.中国区域经济增长的空间关联及其解释——基于网络分析方法[J].经济研究,2014,(11):4-16.
- [13]覃成林,张华,毛超.区域经济协调发展:概念辨析、判断标准与评价方法[J].经济体制改革,2011,(4):34-38.
- [14]孙久文,姚鹏.京津冀产业空间转移、地区专业化与协同发展——基于新经济地理学的分析框架[J].南开学报(哲学社会科学版),2015,(1):81-89.
- [15]杨龙志,刘霞.区域间技术转移存在“马太效应”吗?——省际技术转移的驱动机制研究[J].科学学研究,2014,(12):1820-1827.
- [16][日]斋藤优.技术转移理论与方法[M].谢燮正,丁朋序译.北京:中国发明创造者基金会,中国预测研究会,1985.

- [17]张可云,裴相焯.中国区域协调发展水平测度——基于省级数据分析[J].郑州大学学报(哲学社会科学版), 2019,(6):29-34.
- [18]钟卫,陈宝明.中国高校科技成果转化绩效评价研究[J].中国科技论坛,2018,(4):41-49.
- [19]周密,孙哲.京津冀区域吸收能力的测算和空间协同研究[J].经济地理,2016,(8):31-39.
- [20]周密,张心贝.城市群引领区域协调发展的实现路径与治理机制——基于周期协调度的视角[J].财经科学, 2023,(7):89-106.
- [21]周密,张心贝,郭佳宏.区域协调网络的特征、传导机制与发展路径优化[J].经济地理,2024,(5):12-21.
- [22]周民良.经济重心、区域差距与协调发展[J].中国社会科学,2000,(2):42-53.
- [23]Brühlhart, M., M. Crozet, and K. Pamina. Enlargement and the EU Periphery: The Impact of Changing Market Potential[J]. *World Economy*, 2004, 27(6): 853-875.
- [24]Chang, C., and S. Robin. Doing R&D and/or Importing Technologies: The Critical Importance of Firm Size in Taiwan's Manufacturing Industries[J]. *Review of Industrial Organization*, 2006, 29: 253-278.
- [25]Decter, M., D. Bennett, and M. Leseure. University to Business Technology Transfer—UK and USA Comparisons[J]. *Technovation*, 2007, 27(3): 145-155.
- [26]Filippetti, A., and M. Savona. University-industry Linkages and Academic Engagements: Individual Behaviours and Firms' Barriers. Introduction to the Special Section[J]. *Journal of Technology Transfer*, 2017, 42: 719-729.
- [27]Hu, T., and Y. Zhang. A Spatial-temporal Network Analysis of Patent Transfers from US Universities to Firms[J]. *Scientometrics*, 2021, 126(1): 27-54.
- [28]Judd, K. L. On the Performance of Patents[J]. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1985, 53(3): 567-585.
- [29]Kalapouti, K., and N. C. Varsakelis. Intra and Inter: Regional Knowledge Spillovers in European Union[J]. *Journal of Technology Transfer*, 2015, 40: 760-781.
- [30]Keller, W. International Technology Diffusion[J]. *Journal of Economic Literature*, 2004, 42(3): 752-782.
- [31]Lehrer, M., and K. Asakawa. Rethinking the Public Sector: Idiosyncrasies of Biotechnology Commercialization as Motors of National R&D Reform in Germany and Japan[J]. *Research Policy*, 2004, 33(6-7): 921-938.
- [32]Leloglou, U. M., and E. Kocaoglan. Establishing Space Industry in Developing Countries: Opportunities and Difficulties[J]. *Advances in Space Research*, 2008, 42(11): 1879-1886.
- [33]Molloy, M., and B. Reed. A Critical Point for Random Graphs with a Given Degree Sequence[J]. *Random Structures & Algorithms*, 1995, 6(2-3): 161-180.
- [34]Mukherji, N., and J. Silberman. Absorptive Capacity, Knowledge Flows, and Innovation in US Metropolitan Areas[J]. *Journal of Regional Science*, 2013, 53(3): 392-417.
- [35]Nerkar, A., and S. Shane. Determinants of Invention Commercialization: An Empirical Examination of Academically Sourced Inventions[J]. *Strategic Management Journal*, 2007, 28(11): 1155-1166.
- [36]Pillai, P. M. Technology Transfer, Adaptation and Assimilation[J]. *Economic and Political Weekly*, 1979, 14(47): 121-126.
- [37]Premus, R., and R. Jain. Technology Transfer and Regional Economic Growth Issues[J]. *International Journal of Technology Transfer and Commercialisation*, 2005, 4(3): 302-317.
- [38]Redding, S., and A. J. Venables. South-East Asian Export Performance: External Market Access and Internal Supply Capacity[J]. *Journal of the Japanese and International Economies*, 2003, 17(4): 404-431.
- [39]Rosenberg, N. Science, Invention and Economic Growth[J]. *Economic Journal*, 1974, 84(333): 90-108.
- [40]Schumacher, E. F. *Small Is Beautiful: Economics as if People Mattered*[M]. London: Blond & Briggs Ltd, 1973.

## Leapfrogging Phenomenon and Regional Coordinated Development: Motivation Measurement and Impact Simulation

ZHOU Mi<sup>1,2</sup>, ZHANG Xin-bei<sup>3</sup>, ZHANG En-ze<sup>4</sup>

(1. China Urban and Regional Economic Research Center, Nankai University;

2. Economic Behavior and Policy Simulation Laboratory, Nankai University;

3. School of Economics, Nankai University;

4. School of Public Administration, Tianjin University)

**Abstract:** The uneven spatial distribution of innovative achievements has recently become a vital factor restricting regional coordinated development. Notably, the leapfrogging phenomenon is significant, which refers to the long-distance spatial separation between the source area of front-end R&D and the transformation area of back-end applications for the distribution of innovative achievements. This paper constructs a new economic geography model with two elements, three regions, and two sectors. Within the general equilibrium framework that incorporates a leapfrogging perspective, the model characterizes the leapfrogging phenomenon by examining the outflow of knowledge capital across urban agglomerations. It reflects the dynamic process of leapfrogging through changes in the equilibrium of supply and demand relationships between regions.

Based on the inter-city patent transfer flow dataset covering 264 cities from 2012 to 2021, the leapfrogging source power and transformation power are calculated within the origin-destination framework. The following characteristic facts are obtained: ① The leapfrogging phenomenon in China exhibits a spatial pattern characterized by “high levels in the eastern and western regions, low levels in the central region, and a concentration in the northeastern region”. Its distribution structure is “sparse in the front and dense in the back” led by the Pearl River Delta. It also presents the “concentration of power levels” feature of approaching municipalities. ② The leapfrogging phenomenon is prevalent across three major urban agglomerations, characterized by “strong innovation, heavy transformation, and fast speed”. ③ The agglomerations of the Beijing-Tianjin-Hebei region, the Yangtze River Delta, and the Pearl River Delta perform as “big out and small in”, “same out and in”, and “big out and big in”, respectively. Subsequently, a panel Logit model is established to estimate the leapfrogging impact on coordinated development between regions based on the city-pair dimension. Three key findings are as follows. ① The leapfrogging phenomenon significantly promotes long-distance coordination between the source area and the transformation area, while the inner-transformation effect in the same urban agglomeration is not significant. ② The north-south linkage effect and the central leading effect can effectively strengthen the coordination effect. ③ The innovation-oriented mechanism and the government collaborative transformation mechanism enhance the leapfrogging effect by promoting inter-regional technological cooperation and innovation reciprocity, while the industrial cluster convergence mechanism has no impact. To balance the relation between leapfrogging and backflow, this paper further designs a leapfrogging backflow experiment based on the whole-local perspective for path simulation. Regarding the backflow effect, the one-way connectivity and two-way interaction between cities exhibit a trade-off and have potential implementation limitations. In terms of the backflow path, the government collaborative path achieves efficiency optimization for both one-way connectivity and two-way interaction. In contrast, the innovation-oriented path focuses on mitigating effects, while the center-leading path lacks stability, showing no significant improvement compared to the benchmark path.

The main contributions of this paper are as follows. Regarding the research perspective, it addresses the practical difficulties and obstacles in the spatial transformation of innovative achievements through the lens of leapfrogging, a phenomenon characterized by unique Chinese attributes. Regarding the research data, this paper captures the leapfrogging phenomenon using the latest large-scale patent transfer data and provides an economic explanation. In terms of research methods, the emerging network analysis methods are combined with simulation experiments to systematically examine the leapfrogging backflow behavior, thereby concretizing abstract problems. Finally, targeted policy recommendations, such as classifying backflow and effectively promoting regional coordinated development, are formed.

**Keywords:** leapfrogging phenomenon; motivation measurement; achievement transformation; regional coordinated development

**JEL Classification:** O35 O18 R11

[责任编辑:覃毅]