

区域创新升级:如何从创新数量走向创新质量 ——基于统计学视角的模式识别及跃迁机制研究

俞立平¹, 张宏如²

(1. 常州大学商学院, 江苏 常州 213159; 2. 盐城师范学院商学院, 江苏 盐城 224002)

摘要:我国创新正从创新数量为主向创新质量为主转型升级,研究其作用机制、特征和规律具有重要意义。根据创新数量、创新质量水平建立了一种新的分析框架,从动态视角对创新升级开展研究,并以中国高技术产业为例,综合采用面板数据模型、面板门槛模型进行了实证研究。结果表明:高技术产业创新升级主要包括数量优先型升级与质量优先型升级两种模式;质量优先型创新升级能够节省更多的时间;我国目前总体上仍然处于创新升级的积累阶段;数量优先型升级研发人员作用更大,质量优先型升级研发经费作用更大;知识溢出对数量优先型升级影响显著,创新积累对质量优先型升级影响显著;研发经费对创新质量的贡献具有研发投入与创新质量门槛效应;研发经费对创新质量的贡献具有知识溢出门槛效应。

关键词:创新升级;创新数量;创新质量;高技术产业

中图分类号:G302

文献标识码:A

文章编号:1005-0566(2023)02-0035-11

Regional innovation upgrading: How to move from innovation quantity to innovation quality: Research on pattern recognition and transition mechanism

YU Liping¹, ZHANG Hongru²

(1. Business School, Changzhou University, Changzhou 213159, China;

2. Business School, Yancheng Teachers University, Yancheng 224002, China)

Abstract: China's innovation is transforming from quantity-oriented to quality-oriented. It is of great significance to study its mechanism, characteristics and laws. Based on the quantity and quality of innovation, this paper establishes a new analytical framework to study the innovation upgrading from a dynamic perspective, and takes China's high-tech industry as an example to conduct an empirical study by using panel data model and panel threshold model. The results show that the innovation and upgrading of high-tech industry mainly includes quantity priority upgrading and quality priority upgrading. Quality first innovation upgrading can save more time. At present, China is still in the accumulation stage of innovation upgrading. For the quantity priority upgrading, R&D personnel plays a greater role, and for the quality priority upgrading, R&D funds play a greater role. Knowledge spillover has a significant impact on quantity priority upgrading, and innovation accumulation has a significant impact on quality priority upgrading. The contribution of R&D funds to innovation quality has the threshold effect of R&D investment and innovation quality. The contribution of R&D funds to innovation quality has knowledge spillover threshold effect.

Key words: innovation upgrading; innovation quality; innovation quantity; high-tech industry

收稿日期:2022-04-06 修回日期:2022-06-12

基金项目:国家社科基金重大项目“我国就业量质协调发展的动态监测与保障体系研究”(20&ZD128)。

作者简介:俞立平(1967—),男,江苏泰县人,常州大学商学院教授,博士生导师,研究方向为技术经济、科技评价。通信作者:张宏如。

我国企业技术创新正从数量扩张型向质量提升型转变。党的二十大报告指出,着力推动高质量发展,主动构建新发展格局。中国是创新大国,但还不是创新强国。我国产业创新升级普遍存在低产业化、大而不强以及传统产业升级缓慢等问题。一方面,东部地区如广东、江苏、上海等地,创新总量大、创新质量水平总体较高,而西部广西、云南、青海等地还处在创新数量增长的积累期,创新质量水平较低。根据科技部统计数据,上海市 2019 年每万人口发明专利拥有量突破 53.5 件,而广西每万人口发明专利拥有量仅为 4.6 件。

区域创新升级将是未来几十年中国创新驱动发展的重要任务,相关问题的研究具有重要意义。创新升级就是国家或区域技术创新水平的崭新阶段,意味着拥有更高的创新质量、更多的创新成果,创新对经济社会发展的作用更大。一方面,发达地区要瞄准国际先进水平赶超;另一方面,更多中等发达地区和欠发达地区要在维持创新规模的同时,不断提高创新质量,以完成创新升级。

本文以高技术产业为例开展相关研究。首先进行理论分析,建立区域创新数量与创新质量的基本分析框架,并对创新升级类型进行分类,将其分为数量优先型和质量优先型两类,并分析两种类型背后的驱动因素。在此基础上进行实证研究,首先对历年各地区高技术产业创新模式进行分类,再从动态对其升级类型总结和分类,然后分析研发经费、研发劳动力投入对创新数量、创新质量的影响,判断总体创新升级状态,接着再根据升级类型不同进行分组回归,研究国外知识溢出与国内知识溢出对创新升级模式的影响,最后分析研发经费对创新质量贡献的门槛效应,进一步总结规律和特征。本文可能的贡献是提出了一种新的分析区域创新升级的动态研究框架,对创新升级模式进行分类,并提出了其内在的驱动因素,从而为欠发达地区创新升级提供一种可行的路径选择。

一、文献综述

(一) 创新质量的界定与宏观创新质量

关于创新质量的界定,Lanjouw 等^[1]认为创新质量既包括创新成果的技术突破性,也包括由此

带来的在经济、社会方面的实用前景价值。Belderbos 等^[2]指出高校和科研机构创新方向主要集中在基础研究领域,更强调创新的突破性导向,故其创新成果往往是根本性、突破性的技术进步。俞立平等^[3]提出了“产业创新质量”的概念,指产业原始创新、重大创新等高水平创新的体现,是产业科技竞争力水平的综合体现。本文重点从宏观角度研究创新质量,即高技术产业创新质量的相关问题。

(二) 创新升级的界定与驱动因素

关于创新升级,Gereffi^[4]根据产业结构升级的概念,将创新升级定义为一种创新高质量、高产出的过程。创新升级就是实现高质量创新的过程,这一点已经得到越来越多的共识。关于创新升级的驱动因素,Humphrey 等^[5]基于全球价值链理论,提倡企业创新应拓展到国际分工各个环节,只有这样才能实现创新升级。杨波等^[6]研究认为,“一带一路”倡议提升企业专利数量和质量,有效促进了创新升级。熊立等^[7]发现双元文化通过双元技术创新推动企业转型升级。安同良等^[8]研究了数字化转型对高质量创新的影响。

(三) 创新升级与创新质量的影响因素

关于创新升级影响因素,研究涉及地方国企的依赖行为^[9]、劳动力技能^[10]、创新投入^[11]、低碳城市试点^[12]、数字金融等^[13]等,由于创新升级意味着更高的创新质量,因此创新质量的影响因素研究也是创新升级影响因素的重要组成部分,目前研究主要从宏观外部环境、相关政策、金融与投资、企业内部创新等角度展开。

(四) 文献述评

关于创新质量的界定,现有研究尽管在广义上还有不同观点,强调技术创新、组织创新与商业模式创新,但在狭义上主要面向技术创新。现有研究更多地是从微观企业层面界定创新质量,其实从宏观区域层面,同样存在创新质量问题,而这一点正是本文所关注的。区域创新质量是一个地区原始创新、重大创新等高水平创新的综合体现。

关于创新升级的界定与必要性已经达成共识,现有研究主要研究了“一带一路”倡议、混合所有制、劳动者技能提升、创新资源类型、双元文化等对

创新升级的影响。区域创新的时空分布是创新升级过程的某种体现,相关领域的研究尚处于起步阶段。

关于创新质量的影响因素,研究分为两大类,一是从创新系统与创新质量角度,包括知识嵌入、产学研合作、专利补贴、引进技术、技术多样化、研发投入等。二是从外部影响因素视角,包括产业集聚、经济危机、高铁开通、制度供给、金融与投资等。

根据以上总结可以看出,关于创新升级的相关研究,在以下领域需要进一步深入。

第一,关于地区创新升级现状与所处阶段的理论框架,包括创新升级路径与模式分类,目前尚未对其进行系统的研究,迫切需要进行深入研究。

第二,对现有中国创新升级类型进行分类,分别研究创新数量、创新质量的驱动因素与影响因素,找出创新升级模式的选择机制,这是一种全新的探索。

第三,关于研发投入对创新质量的非线性作用,尽管有研究涉及,但较少从技术积累与外部知识溢出角度展开,这方面有待深入。

二、理论基础与研究方法

(一) 创新升级状态、模式与影响因素

1. 创新升级状态的分区模型

所谓创新升级状态的分区模型,是指在特定的时间范围内,某地区创新情况的瞬时状态。本文建立了如图1所示的四分区图。

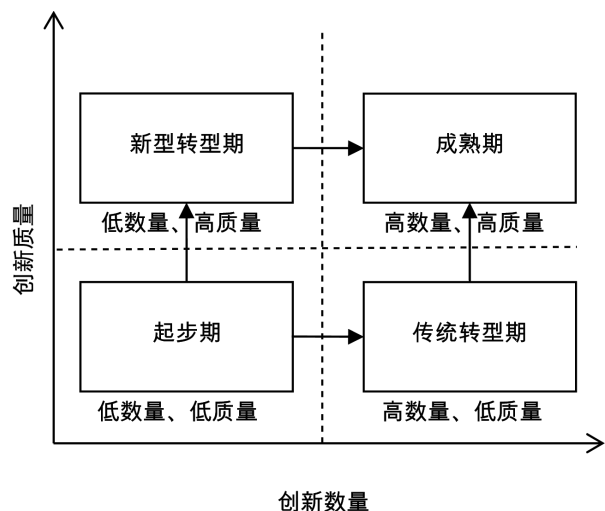


图1 创新升级的分区

第一,创新升级起步期:其特点是低创新数量、低创新质量。就我国而言,一般这些地区是中西部一些欠发达地区,其特点是创新规模小,原始创新、重大创新等高水平创新少,创新质量低,也是迫切需要转型的地区。

第二,传统转型期:其特点是高创新数量、低创新质量。对于一个地区而言,创新质量提升往往需要经过长期积累,先有数量,形成规模,后才有质量,这也是创新集聚效应的集中体现。

第三,新型转型期:其特点是低创新数量、高创新质量。如果一个地区能够充分吸收外部知识溢出进行创新,或者重点在一些新的技术领域开拓创新,有可能跨越传统成长期模式,走出一条新型创新升级之路。

第四,成熟期:高创新数量、高创新质量。这是地区创新升级的终极目标,表现为既有较大的创新规模,也有较高的创新质量,并且创新数量与创新质量能融合发展。

需要说明的是,以上对于区域创新数量、创新质量的划分是动态的、相对的,不存在绝对的创新数量与创新质量。

2. 创新升级的两种升级模式

第一,数量优先型:即从低创新数量、低创新质量状态开始,经过高创新数量、低创新质量阶段,然后向高创新数量、高创新质量转型。

第二,质量优先型:即从低创新数量、低创新质量阶段开始,经过低创新数量、高创新质量阶段,然后向高创新数量、高创新质量阶段转型。

这两种升级路径的时间差异如图2所示,对于传统创新先行地区而言,一般创新升级模式是数量优先型,其特点是创新起步较早、基础条件好,率先完成创新升级。对于后发创新升级地区而言,一般是质量优先型升级路径,其特点是创新起步慢,基础相对薄弱,但采用质量优先策略,可以节省创新升级时间。图2中可以明显看出,这两种创新升级的时间差异,数量优先型在成长期的时间较长,而质量优先型在成长期的时间较短。此外质量优先型往往拥有更好的创新质量,重大创新、颠覆性创新更多。

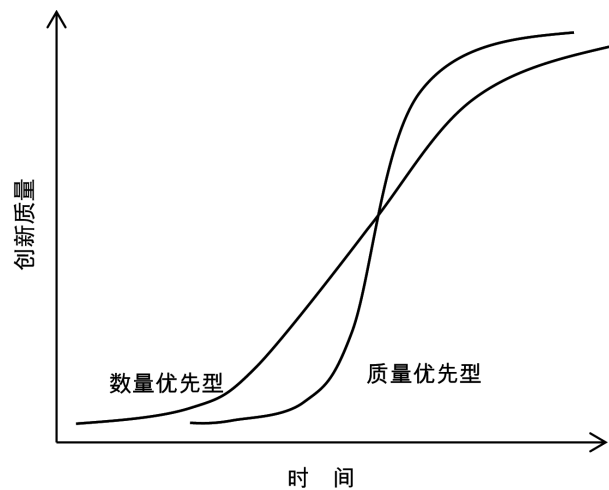


图2 创新升级路径时间区别

3. 创新升级模式的驱动因素

数量优先型创新升级其作用机制主要来源于知识溢出,包括国外知识溢出与国内知识溢出。由于中国地区间创新水平存在较大差距,国内知识溢出对欠发达地区同样具有积极的影响。创新数量的提升主要有两条途径:一是依靠地区内部的自有知识,二是通过知识溢出方式获取其他地区的外部知识。通过知识溢出,创新数量水平较低地区可以少走弯路,节省传统技术的研发成本,从而将资源集中到创新中,完成一定的创新数量积累,再提高创新质量,实现创新升级(见图3)。

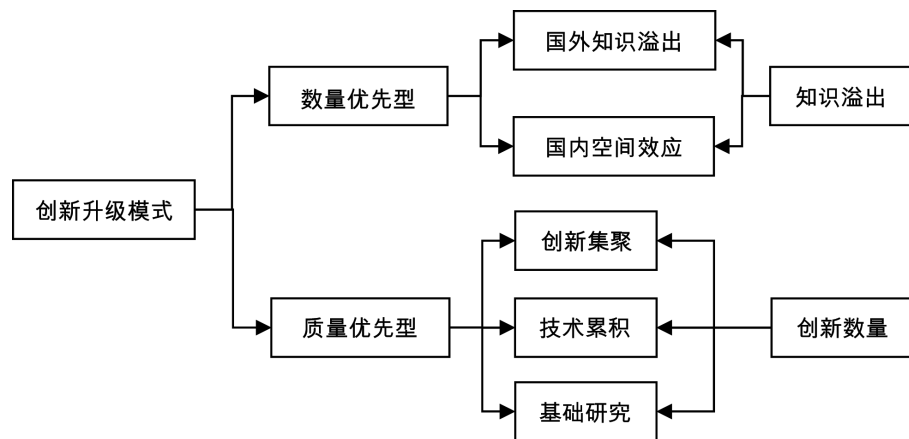


图3 创新升级路径

质量优先型创新升级其作用机制主要包括创新集聚与技术积累。创新集聚通过创新人才、创新资源的高度集中,对提高创新绩效与创新质量具有重要作用。技术积累无疑对创新转型升级具有重要作用,知识存量越来越多,从而为后续创新带来更多机会,并催生了创新集聚。技术积累是企业形成消化吸收能力的基础,更是二次创新的关键。新兴技术积累必将带来新产品与新的材料能源,从而提高创新质量,而重大技术积累、重大生产技术积累必然会带来重大集成创新和生产方式的革命,进而提高创新质量。

质量优先型创新的根本推动力还是基础研究取得重大突破。这一点已经得到学术界的公认。中国东部经济发达地区已经初步具备了一定的基础研究实力,无疑对本地实现质量优先型创新打下了良好的基础。

(二) 研究方法

本文首先根据前文创新升级模式的界定和演进模型对各地区创新模式进行动态分析,然后对各地区创新升级模式对创新数量、创新质量的影响进行检验,以分析该模式是否具有统计学意义,最后对研发投入对创新质量影响的线性效应和非线性效应进行综合分析,以全面总结我国创新升级及其影响因素的全貌及其特征,并分析其中存在的问题。

1. 地区创新升级现状及升级路径

为了对全国所有地区创新升级现状及升级路径进行分析,首先要进行各地区的创新升级现状分析,根据创新升级分区模型,先计算一定时间内所有地区创新数量和创新数量的平均值,然后根据平均值的大小,将历年所有地区的创新升级现状进行分类:第一,起步期(低数量、低质量),用

LL 表示;第二,传统转型期(高数量、低质量),用 HL 表示;第三,新型转型期(低数量、高质量),用 LH 表示;第四,成熟期(高数量、高质量),用 HH 表示。

2. 地区创新升级倾向的评估

为了评估创新升级倾向,可以通过比较研发经费投入对创新数量、创新质量的相对弹性大小进行判定。如果研发经费对创新质量的弹性大于创新数量的弹性,就说明总体上处于创新升级状态,并且这种差距越大,说明转型越成功。当然具体分析时要结合弹性系数的符号以及是否通过统计检验来进行综合判断。其基本方程如下:

$$\begin{aligned}\log(Y_1) &= c_{10} + c_{11}\log(K) + c_{12}\log(L) + c_{13}LH + \\ &c_{14}HL + c_{15}HH \\ \log(Y_2) &= c_{20} + c_{21}\log(K) + c_{22}\log(L) + c_{23}LH + \\ &c_{24}HL + c_{25}HH\end{aligned}\quad (1)$$

式(1)中, Y_1 表示地区创新数量; Y_2 表示地区创新质量; K 表示研发经费投入; L 表示研发人员投入; c_{ij} 表示回归系数。 LH 、 HL 、 HH 是3个虚拟变量,其值只有1和0两种,分别表示各地区目前所处的创新升级状态。 LH 表示低数量、高质量, HL 表示高数量、低质量, HH 表示高数量、高质量。

创新升级是所有地区的一种自发行为,其动力机制来源于市场与政府的双重力量。不管企业处在什么升级阶段,均有创新升级的持续需求,采用不同的虚拟变量,可以比较企业不同升级阶段创新升级的大小。

3. 创新转型模式影响机制的比较分析

根据前文创新转型模式的分类,将基础数据根据转型模式分为数量优先型和质量优先型两大类,分别进行回归,并比较其创新质量的影响机制。基本方程如下:

$$\log(Y_2) = c_0 + c_1\log(K) + c_2\log(L) + c_3\log(FDI) + c_4\log(TM) + c_5\log(Y_1) \quad (2)$$

式(2)中,除了引入研发经费、研发人员外,还进一步引入创新数量变量,用来研究创新集聚与技术积累对创新质量的影响,并还引入外商直接投资 FDI,表示国外知识溢出,技术市场成交额 TM,用来作为国内地区知识溢出的替代变量^[14]。

4. 研发经费对创新质量影响的非线性效应

研发经费对创新质量的非线性效应从以下3个方面展开:第一是投入门槛,包括研发经费自身的门槛和研发人员门槛;第二是产出门槛,即创新质量自身的门槛;第三是知识溢出门槛,包括国外知识溢出和国内知识溢出;第四是创新积累门槛,本文用创新数量表示创新积累。

以创新产出门槛即创新质量门槛为例,这里采用双门槛进行说明。如果存在2个创新质量成果水平 τ_1 、 τ_2 ,将创新质量分为低水平、中等水平、高水平三大类。在三类数据中,研发经费对创新质量的弹性存在显著差异:当 $Y_2 \leq \tau_1$ 时,研发经费对创新质量的弹性系数为 θ_1 ;当 $\tau_1 < Y_2 \leq \tau_2$ 时,研发经费对创新质量的弹性系数为 θ_2 ;当 $Y_2 > \tau_2$ 时,研发经费对创新质量的弹性系数为 θ_3 。在此基础上,对比 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 的大小可以进一步总结其特征和规律。

$$\begin{cases} \log(Y_2) |_{Y_2 \leq \tau_1} = c_{10} + c_{11}\log(L) + c_{12}\log(FDI) + \\ c_{13}\log(TM) + c_{14}\log(Y_1) + \theta_1\log(K) \\ \log(Y_2) |_{\tau_1 < Y_2 \leq \tau_2} = c_{20} + c_{21}\log(L) + c_{22}\log(FDI) + \\ c_{23}\log(TM) + c_{24}\log(Y_1) + \theta_2\log(K) \\ \log(Y_2) |_{Y_2 > \tau_2} = c_{30} + c_{31}\log(L) + c_{32}\log(FDI) + \\ c_{33}\log(TM) + c_{34}\log(Y_1) + \theta_3\log(K) \end{cases} \quad (3)$$

三、研究数据与实证研究结果

(一) 变量选取与研究数据

本文创新数量借鉴 Griliches^[15]、郑法川等^[16]的做法,采用新产品销售收入表示。创新质量借鉴 Acharya^[17]的做法,采用发明专利申请数表示。由于本文采用地区面板数据开展研究,创新数量、创新质量应以相对指标为宜,经综合均衡本文用平均每企业新产品销售收入表示创新数量,用平均每企业的发明专利申请数表示创新质量。

研发投入数据采用研发经费内部支出与研发人员折合全时当量表示,关于创新转型的影响因素分析,涉及国外知识溢出和国内知识溢出。国外知识溢出,借鉴蒋含明^[18]的做法,采用外商直接投资 FDI 表示;国内知识溢出,采用技术市场成交

额表示,该指标反映了地区技术交易的活跃程度,也说明了企业之间的技术合作、技术关联程度,可以较好地反映知识溢出。

本文所有指标来源于高技术产业统计年鉴,由于发明专利申请数指标 2010 年才开始公布,因此实际数据为 2010—2019 年中国高技术产业统计年鉴数据。由于西藏、新疆、宁夏、青海等地缺失数据较多,因此进行了清洗,实际数据为大陆 27 个省份 10 年面板数据,变量的描述统计如表 1 所示。

表 1 变量描述统计

统计量	创新数量 Y ₁ /亿元	创新质量 Y ₂ /个	研发经费 K/万元	研发人员 L/人时	外商直接 投资 FDI /亿美元	技术市场 成交额 TM/万元
均值	7 678.19	2.06	715 021.90	20 491.36	85.67	3 033 454.37
极大值	32 535.11	8.31	11 247 028.00	286 009.80	357.60	49 578 246.00
极小值	59.63	0.08	2 447.00	155.00	0.44	5 556.27
标准差	6 788.40	1.63	1 421 397.85	38 687.99	76.77	6 310 357.93
n	27 × 10 = 270					

(二)地区高技术产业历年技术创新状态分析

分别计算出历年各地区创新数量、创新质量的平均值,然后将高于均值的地区标注为“H”,低于均值的地区标注为“L”,创新数量在前,创新质量在后,每个地区的状态用 H、L 的不同组合表示。经计算平均每企业新产品销售收入为 7 678.19 万元,平均每企业发明专利申请数为 2.06 件。以北京 2009 年为例,平均每企业新产品销售收入 11 241.96 万元,大于均值,而平均每企业发明专利申请数为 1.60 件,低于均值,这样北京 2009 年的创新状态就是“HL”,即高数量、低质量。

(三)各地区高技术产业创新升级类型分类

1. 创新升级类型分类

在表 2 的基础上,进一步整理出各地的创新升级模式,结果如表 3 所示。

第一种类型是数量优先型升级,即创新模式由低数量、低质量首先过渡到高数量、低质量,再向高数量、高质量演进,用符号表示就是“LL→HL→HH”。该类型又分为 3 种类型:①创新升级前期,即由低数量、低质量过渡到高数量、低质量,该类型地区包括河北、山西、内蒙古、江西、河南、甘肃。②创新升级后期,即由高数量、低质量向高数量、高质量转型,该类型地区包括北京、天津、福建。③全过程升级,即包括了 3 个不同的状态,该类型地区包括上海、江苏、浙江、山东、辽宁、湖南、重庆。

表 2 历年各地区创新状态

地 区	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年
北 京	HL	HL	HH	HH	HH	HH	HH	HH	HH	HH
天 津	HL	HL	HH	HH	HH	HH	HH	HH	HH	HH
河 北	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	HL
山 西	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	HL
内 蒙 古	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	HL	HL
辽 宁	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LH	HH	HH	HH
吉 林	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL
黑 龙 江	LL	LL	LL	LH	LH	LH	LH	LH	LH	LL
上 海	LL	HL	HH	LH	LH	HH	HH	HH	HH	HH
江 苏	LL	LL	HL	HL	HL	HH	HH	HH	HH	HH
浙 江	LL	LL	LL	LL	LL	LL	HL	HH	HH	HH
安 徽	LL	LL	LL	LL	LL	LH	LH	LH	HH	HH
福 建	HL	HL	HL	HH	HH	HH	HH	HH	HH	HH
江 西	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	HL
山 东	LL	LL	HL	HL	HL	HH	HH	HH	HH	HH
河 南	LL	LL	LL	LL	LL	HL	HL	HL	HL	HL
湖 北	LL	LL	LL	LH	LH	LL	LH	LH	HH	HH
湖 南	LL	LL	LL	LL	LL	HL	HL	HL	HL	HH
广 东	LH	HH	HH	HH	HH	HH	HH	HH	HH	HH
广 西	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL
海 南	LL	LL	LH	LH	LH	LH	LH	LH	LH	LL
重 庆	LL	LL	LL	LL	LL	HL	HL	HL	HH	HH
四 川	LL	LL	LL	LL	HH	HH	HH	HH	HH	HH
贵 州	LL	LL	LH	LH	LH	LH	LH	LL	LL	LH
云 南	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL
陕 西	LL	LL	LL	LH	LH	LH	LH	HH	LH	LH
甘 肃	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	HL

第二种类型是质量优先型升级,即从低数量、低质量首先过渡到低数量、高质量,再向高数量、高质量演进,用符号表示就是“LL→LH→HH”。该类型同样又分为 3 种类型:①创新升级前期,即由低数量、低质量向低数量、高质量升级,该类型地区包括贵州、陕西、黑龙江、海南。②创新升级后期,即由低数量高质量向高数量、高质量升级,代表性的地区包括广东。③全过程升级,即包括了 3 个不同的状态,该类型地区包括安徽、湖北。

表 3 各地创新升级状态分析

升级类型	阶 段	地 区
数量优先型升级 LL→HL→HH	前期 LL→HL	河北、山西、内蒙古、江西、河南、甘肃
	后期 HL→HH	北京、天津、福建
	全过程 LL→HL→HH	上海、江苏、浙江、山东、辽宁、湖南、重庆
质量优先型升级 LL→LH→HH	前期 LL→LH	贵州、陕西、黑龙江、海南
	后期 LH→HH	广东
	全过程 LL→LH→HH	安徽、湖北
直接升级	LL→HH	四川
停滞未升级	LL→LL	吉林、广西、云南

第三种类型是从低数量、低质量直接向高数

量、高质量升级,典型地区是四川,这是一种特殊模式,也说明了创新升级可以存在第三种状态。鉴于四川属于西部欠发达地区,也为我国欠发达地区的创新升级提供一种新的可借鉴的升级模式。

第四种是停滞未升级,包括吉林、广西、云南3个地区。吉林属于东北老工业基地,发展后劲缺乏,而广西、云南属于西部经济欠发达地区。这3个地区10年来无论创新数量还是创新质量,一直处于低水平,创新升级任重道远。

2. 不同创新升级类型时间比较

分别计算各地的平均升级时间,计算规则如下:凡是发生了创新数量、创新质量改变的一律进行计算,开始年度为2009年,结束年度为首次达到最佳状态的时间。如北京2009年的创新状态为HL,2011年的创新状态为HH,则升级时间为2年。海南2009年的创新状态为LL,2011年进入最好状态LH,尽管2018年状态为LL,但视为正常波动,其升级时间仍然为2年。分别计算各地区平均升级时间,再计算其平均值,结果如表4所示,可以得出如下结论。

表4 各地创新升级时间分析

升级类型	地 区	平均升级时间
数量优先型升级 LL→HL→HH	前期:河北9、山西9、内蒙古8、江西9、河南5、甘肃9	8.17
	后期:北京2、天津2、福建3	2.33
	全过程:上海2、江苏5、浙江7、山东5、辽宁7、湖南9、重庆5	5.71
	所有地区	6.00
质量优先型升级 LL→LH→HH	前期:贵州2、陕西3、黑龙江3、海南2	2.50
	后期:广东1	1.00
	全过程:安徽8、湖北8	8.00
	所有地区	3.86
直接升级	四川4	4.00

第一,数量优先型升级时间普遍大于质量优先型升级时间。数量优先型升级时间平均值为6.00年,质量优先型升级平均时间为3.86年,也就是说,如果选择质量优先型升级模式,会节省创新升级时间。

第二,无论是数量优先型升级还是质量优先型升级,在起步期升级需要耗费更多时间。对于数量优先型升级,前期平均时间为8.17年,而后期

平均时间仅为2.33年;对于质量优先型升级而言,前期平均时间为2.50年,后期时间为1.00年。

(四)创新升级倾向评估

下面基于面板数据模型分析比较研发投入对创新数量、创新质量的弹性大小,进而系统分析我国的创新升级状态。为了进一步研究地区创新数量、创新质量状态的影响,引入创新状态虚拟变量。估计方法采用SYS-GMM系统广义矩估计,以尽量减少变量内生性的影响,工具变量借鉴Blundell的研究,选取自变量的一阶滞后项^[19-20],回归结果如表5所示。

表5 创新升级投入产出比较

变量名称	变量含义	因变量 Y ₁	因变量 Y ₂
c	常数项	0.114 (0.251)	-0.520 *** (-9.393)
log(K)	研发经费	0.688 *** (11.226)	0.450 *** (6.648)
log(L)	研发人员	-0.023 (-0.243)	-0.102 (-0.976)
LH	低数量高质量	-0.003 (-0.056)	0.651 *** (9.540)
HL	高数量低质量	0.415 *** (7.050)	0.110 * (1.718)
HH	高数量高质量	0.318 *** (4.819)	0.681 *** (9.724)
Hausman	固定随机检验	59.873 ***	23.518 ***
R ²	拟合优度	0.940	0.918

注:*,***分别表示在p<0.10、p<0.01有统计学意义。下同。

研发经费对创新数量和创新质量均通过了统计检验,而研发劳动力没有通过统计检验,主要原因是研发劳动力难以找到合适的指标,无论采用研发人员数量还是研发人员折合全时当量,均无法有效区分创新突出贡献者的作用。研发经费对创新数量的弹性为0.688,研发经费对创新质量的弹性为0.450,说明我国高技术产业创新仍然处于以创新数量为主、创新质量为辅的阶段,创新升级状态有待提升。

低数量、高质量状态地区对创新数量的回归系数没有通过统计检验,但对创新质量的回归系数为0.651,通过了统计检验,这是非常明显的。

高数量、低质量状态地区对创新数量的回归系数为0.415并且在1%的水平上通过了统计检验,对创新质量的回归系数为0.110,在10%的水平上通过了统计检验。这一方面说明高数量、低质量创新状态对创新数量的作用更大,另一方面说明创新数量是创新质量的基础,即使是高数量、

低质量状态,仍然对创新质量具有显著的贡献。

高数量、高质量状态对创新数量的弹性为 0.318,对创新质量的弹性为 0.681,两者均通过统计检验,说明该状态对创新质量的贡献更大,一旦创新升级完成,其实会更加注重创新质量,能有效增加高技术产业的竞争优势。

(五)不同创新升级模式创新质量影响因素比较

分别将不同创新升级模式数据进行分组,第一组为数量优先型升级地区,第二组为质量优先型升级地区,然后基于公式(2),分别基于面板数据模型,研究创新质量的影响因素,结果如表 6 所示。

表 6 不同创新升级模式创新质量影响因素分析

变量名称	变量含义	因变量 Y ₂ 数量优先型	因变量 Y ₂ 质量优先型
c	常数项	-0.909 *** (-13.452)	-4.031 *** (-6.193)
log(K)	研发经费	0.167 ** (2.038)	0.563 ** (2.405)
log(L)	研发人员	0.417 *** (2.619)	-0.578 *** (-2.986)
log(FDI)	国外知识溢出	0.034 (0.438)	0.039 (0.610)
log(TM)	国内知识溢出	0.205 *** (3.426)	-0.258 *** (-5.455)
log(Y ₁)	创新积累	0.060 (0.832)	0.777 *** (5.422)
Hausman	固定随机检验	13.329 ***	14.657 **
R ²	拟合优度	0.859	0.599

从研发要素投入看,数量优先型升级地区研发经费对创新质量的弹性系数为 0.167,研发劳动力的弹性系数为 0.417,均通过了统计检验,而质量优先型升级地区研发经费的弹性系数为 0.563,研发劳动力的弹性系数为 -0.578,均通过了统计检验。对比可以发现,质量优先型升级地区研发经费的弹性系数要大于数量优先型升级地区,而研发劳动力的弹性系数要小于数量优先型升级地区。主要原因是数量优先型地区包括东部主要经济发达地区,创新人力资源丰富,创新水平较高,要进一步提高研发经费的弹性比较困难,而质量优先型升级地区除了广大外,以中西部地区为主,创新人力资源缺乏,创新水平总体不高,研发经费的作用尚处于规模报酬递增阶段,因此拥有较高的弹性。

从知识溢出看,国外知识溢出在任何情况下

都无法提高创新质量,说明要创新质量要求毕竟较高,提高创新质量不能走捷径。数量优先型升级地区国内知识溢出对创新质量的弹性系数为 0.205,并且通过了统计检验,其作用机制是通过提高创新数量再进一步提高创新质量。质量优先型升级地区国内知识溢出对创新质量的弹性为 -0.258,并且通过统计检验,说明对该类地区,国内知识溢出难以提高创新质量。

从创新积累看,数量优先型升级地区创新积累对创新质量的弹性系数为 0.060,但没有通过统计检验,说明此时知识积累或创新数量已经饱和,难以有效提高创新质量。而质量优先型升级地区知识积累的弹性系数为 0.777,通过了统计检验,说明对于该类地区,进一步提高创新数量有利于创新质量的提高。

(六)研发投入对创新质量影响的非线性分析

1. 研发经费对创新质量贡献的研发投入门槛

首先分析研发经费投入自身的门槛效应(见表 7),单门槛检验 F 值为 14.319,通过了统计检验,双门槛 F 值为 15.274,同样通过了统计检验,但不同门槛数据区间研发经费均没有通过统计检验,最终决定采用单门槛模型进行回归,结果如表 7 左侧所示。研发经费存在单门槛,其对数值为 11.175,将研发经费分为低投入与高投入两个部分,数据数量分别为 69 和 201 个。当研发经费处于低水平时,研发经费对创新质量的弹性为 0.392,当研发经费处于高水平时,研发经费对创新质量的弹性为 0.349,说明研发经费已经进入规模报酬递减阶段。

接着分析研发经费的研发劳动力门槛效应,单门槛检验 F 值为 8.231,通过了统计检验,双门槛 F 值为 6.588,同样通过了统计检验,考虑到数据数量有限,再多的门槛设置价值不打,最终决定采用双门槛模型进行回归,结果如表 7 右侧所示。研发经费存在研发劳动力的双门槛,其对数值分别为 7.958、10.411,将研发劳动力分为低水平、中等水平与高水平 3 个部分,数据数量分别为 70、166、34 个,以中等水平研发劳动力为主。当研发劳动力处于低水平时,研发经费对创新质量的弹

性为 0.229,当研发劳动力处于中等水平时,研发经费对创新质量的弹性为 0.194,当研发劳动力处于高水平时,研发经费对创新质量的弹性为 0.226,也就是说,当研发劳动力水平中等时,研发经费对创新质量的弹性最低。

表 7 研发经费与研发人员门槛回归结果

变量名称	研究经费		研发人员	
	变量含义	研发经费门槛结果	变量含义	研发人员门槛结果
$\log(L)$	研发人员	-0.049 (-0.361)	研发人员	0.057 (0.404)
$\log(FDI)$	国外知识溢出	0.034 (0.471)	国外知识溢出	0.084 (1.183)
$\log(TM)$	国内知识溢出	0.121 *** (2.721)	国内知识溢出	0.116 ** (2.566)
$\log(Y_1)$	创新积累	0.281 *** (4.265)	创新积累	0.285 *** (4.255)
$\log(K)$	研发经费第一阶段	0.392 *** (3.191)	研发经费第一阶段	0.229 ** (2.053)
$\log(K)$	研发经费第二阶段	0.349 *** (2.947)	研发经费第二阶段	0.194 * (1.742)
—	—	—	研发经费第三阶段	0.226 ** (2.014)
$\log(T)$	门槛值对数	11.175	门槛值对数	7.958/10.411
n	各区间数据数	69,201	各区间数据数	70/166/34
F	单 F 门槛检验	14.319 ***	单 F 门槛检验	8.231 ***
FF	双门槛 F 检验	15.274 ***	双门槛 F 检验	6.588 **

2. 研发经费对创新质量贡献的创新质量门槛效应

分析研发经费对创新质量贡献的创新质量门槛效应,结果如表 8 所示。创新质量存在单门槛,其对数值为 0.749,将创新质量分为低水平与高水平两个部分,数据数量分别为 168 和 102 个。当创新质量处于低水平时,研发经费对创新质量的弹性为 0.185,在 10% 的水平下通过了统计检验;当

表 8 创新质量门槛回归结果

变量名称	变量含义	回归结果
$\log(L)$	研发人员	-0.118 (-0.977)
$\log(FDI)$	国外知识溢出	0.124 ** (1.973)
$\log(TM)$	国内知识溢出	0.009 (0.212)
$\log(Y_1)$	创新积累	0.322 *** (5.564)
$\log(K)$	研发经费第一阶段	0.185 * (1.885)
$\log(K)$	研发经费第二阶段	0.232 ** (2.361)
$\log(T)$	门槛值对数	0.749
n	各区间数据数	168/102
F	单 F 门槛检验	85.255 ***
FF	双门槛 F 检验	130.705 ***

创新质量处于高水平时,研发经费对创新质量的弹性为 0.232,有所提高。说明对于创新质量高水平地区,提高研发经费对创新质量的贡献更大,我国创新质量还有较大的提升空间。

3. 研发经费对创新质量贡献的知识溢出门槛

首先分析研发经费对创新质量的国外知识溢出门槛效应,结果如表 9 左侧所示。国外知识溢出存在双门槛,其对数值为 1.780 和 5.278,将外商直接投资 FDI 分为低水平、中等水平、高水平 3 个部分,数据数量分别为 18、226、26 个,以中等水平地区为主。当外商直接投资处于低水平时,研发经费对创新质量的弹性为 0.334,通过统计检验;当外商直接投资处于中等水平时,研发经费对创新质量的弹性为 0.260,通过统计检验;当外商直接投资处于高水平时,研发经费对创新质量的弹性为 0.219,通过统计检验。随着外商直接投资水平的提高,研发经费对创新质量的弹性呈下降状态。

表 9 国外知识溢出与国内知识溢出的门槛回归结果

变量名称	国外知识溢出		国内知识溢出	
	变量含义	国外知识溢出门槛	变量含义	国内知识溢出门槛
$\log(L)$	研发人员	-0.027 (-0.198)	研发人员	-0.047 (-0.345)
$\log(FDI)$	国外知识溢出	0.217 *** (2.779)	国外知识溢出	0.123 * (1.709)
$\log(TM)$	国内知识溢出	0.118 *** (2.633)	国内知识溢出	-0.001 ** (-0.009)
$\log(Y_1)$	创新积累	0.267 *** (4.054)	创新积累	0.317 *** (4.854)
$\log(K)$	研发经费第一阶段	0.334 *** (2.870)	研发经费第一阶段	0.208 * (1.886)
$\log(K)$	研发经费第二阶段	0.260 ** (2.334)	研发经费第二阶段	0.228 ** (2.049)
$\log(K)$	研发经费第三阶段	0.219 ** (1.971)	研发经费第三阶段	0.246 ** (2.213)
$\log(T)$	门槛值对数	1.780/5.278	门槛值对数	14.308/14.782
n	各区间数据数	18/226/26	各区间数据数	173/24/73
F	单 F 门槛检验	9.003 ***	单 F 门槛检验	12.904 ***
FF	双门槛 F 检验	9.043 ***	双门槛 F 检验	5.195 **

其次分析研发经费对创新质量的国内知识溢出门槛效应,结果如表 9 右侧所示。研发经费存在技术市场成交额的双门槛,其对数值分别为 14.308 和 14.782,将技术市场成交额分为低水平、中等水平与高水平 3 个部分,数据数量分别为 173、24、73 个。当国内知识溢出处于低水平时,研发经费对创新质量的弹性为 0.208,通过统计检

验;当国内知识溢出处于中等水平时,研发经费对创新质量的弹性为 0.228,通过统计检验;当国内知识溢出处于高水平时,研发经费对创新质量的弹性为 0.246,通过统计检验。也就是说,随着国内知识溢出水平提高,研发经费对创新质量的弹性逐步上升。

四、研究结论

1. 高技术产业创新升级包括数量优先型升级与质量优先型升级两种模式

将中国各地区创新数量、创新质量状态分为低数量低质量、高数量低质量、低数量高质量、高数量高质量 4 种类型,进而分析每年各地区的状态变化,并进行进一步总结。发现我国高技术产业创新升级包括数量优先型与质量优先型两种模式,前者以传统东部经济发达地区为典型代表,后者以广东为典型代表。改革开放依赖,广东之所以称为后起之秀,一个非常重要的原因就是采取了质量优先型创新升级模式。

2. 质量优先型创新升级能够节省更多的时间

研究发现,采用质量优先型升级模式,其平均升级时间比采用数量优先型节省。并且在升级前期、后期均能有效节省时间,但全过程升级时间要长于数量优先型升级。

研究还发现,创新升级前期的时间要普遍大于后期时间,这一点无论对于质量优先型升级还是数量优先型升级均是如此,说明要实现创新数量向创新质量的升级,在起步阶段需要更多的时间,必须打好基础。

3. 我国目前总体上仍然处于创新升级的积累阶段

研究发现,研发经费对创新数量的弹性要大于对创新质量的弹性,加上有 16 个省份属于创新数量优先型升级,只有 7 个省份属于质量优先型升级,这说明我国目前的创新升级还没有发生根本转变,即研发经费对创新质量的弹性还不能处于优势,这综合说明我国创新升级总体上还处于积累期。

4. 数量优先型升级研发人员作用更大,质量优先型升级研发经费作用更大

分别对数量优先型升级地区与质量优先型升

级地区进行分组,并比较研发投入对创新质量的影响。研究发现,对于创新数量优先型升级地区,其研发经费的弹性要远小于质量优先型升级地区,研发人员的弹性要远远大于质量优先型升级地区。创新升级一靠资金,二靠人才,两种要素在不同升级模式下的作用并不相同。

5. 知识溢出有利于数量优先型升级,创新积累有利于质量优先型升级

研究发现,对于数量优先型升级,更多体现知识溢出效应,即知识溢出更加有利于数量优先型升级,其中国内知识溢出的作用更加显著,而国外知识溢出更多呈现门槛效应;对于质量优先型升级,更多体现出创新集聚与技术积累,即创新数量的积累对创新质量升级提升具有重要作用。

6. 当研发经费对创新质量的贡献具有研发投入与创新质量门槛效应

研究发现,随着研发经费的提高,其对创新质量贡献的弹性下降,说明存在规模报酬递减。而当研发人员处于中等水平时,研发经费对创新质量的弹性最低,应注意分析原因并采取相应的对策。

研究还发现,随着创新质量提高,研发经费对创新质量的弹性也在逐步提高,说明中国创新质量提升尚有较大的空间,对于高创新质量地区,应加大研发经费投入。

7. 研发经费对创新质量的贡献具有知识溢出门槛效应

对于国外知识溢出,随着其水平提高,研发经费对创新质量的弹性逐渐递减;而对于国内知识溢出,随着其水平的不断提高,研发经费对创新质量的弹性逐渐增加。这表明国内知识溢出更多呈现“本土效应”,还应继续促进创新升级的空间。

参考文献:

- [1] LANJOUW J O, SCHANKERMAN M. Patent quality and research productivity: measuring innovation with multiple indicators[J]. *Economic journal*, 2004, 114(4): 441-465.
- [2] BELDERBOS R, CARREE M A, LOKSHIN B. Cooperative R&D and firm performance[J]. *Research policy*, 2004, 33(10): 1477-1492.
- [3] 俞立平,邱栋,彭长生,等. 高技术产业创新效率对创新质量作用机制研究[J]. *宏观质量研究*, 2021, 9(2):

29-42.

[4] GEREFFI G. International trade and industrial upgrading in the apparel commodity chain [J]. Journal of international economics, 1999, 48(1): 37-70.

[5] HUMPHREY J, SCHMITZ H. How does insertion in global value chains affect upgrading in industrial clusters? [J]. Regional studies, 2002, 36(9): 1017-1027.

[6] 杨波, 李波. “一带一路”倡议与企业创新升级[J]. 科研管理, 2021, 42(1): 47-56.

[7] 熊立, 谢奉军, 祝振兵. 二元文化与创新升级——先进制造业和传统制造业的数据对比研究[J]. 软科学, 2017, 31(5): 43-46.

[8] 安同良, 闻锐. 中国企业数字化转型对创新的影响机制及实证[J]. 现代经济探讨, 2022(5): 1-14.

[9] 马红, 侯贵生. 混合所有制改革、地方国企依赖与国有企业创新升级——基于制造业的实证研究[J]. 上海财经大学学报, 2019, 21(2): 30-45, 64.

[10] 李磊, 刘常青, 徐长生. 劳动力技能提升对中国制造业升级的影响: 结构升级还是创新升级? [J]. 经济科学, 2019(4): 57-68.

[11] 王卫星, 陆晖. 会计信息质量与企业创新投入——基于深市 A 股民营企业的实证研究[J]. 常州大学学报(社会科学版), 2021, 22(4): 49-57.

[12] 张志新, 孙振亚, 路航. 低碳城市试点实现企业绿色技术创新的“增量提质”了吗? [J]. 云南财经大学学报,

2022, 38(4): 85-98.

[13] 郑雨稀, 杨蓉, HEYDARI M. 数字金融促进了突破式创新还是渐进式创新? [J]. 云南财经大学学报, 2022, 38(2): 49-69.

[14] 姚震宇, 刘志远. 现代交通基础设施对都市圈经济发展质量的影响[J]. 常州大学学报(社会科学版), 2022, 23(6): 60-69.

[15] GRILICHES Z. Patent statistics as economic indicators: a survey[J]. Journal of economic literature, 1990, 28(12): 1661-1707.

[16] 郑法川, 张学良. 开发区有助于小微企业创新吗——来自中国小微企业调查的经验证据[J]. 现代经济探讨, 2021(8): 93-105.

[17] ACHARYA V V, BAGHAI R P, SUBRAMANIAN K V. Wrongful discharge laws and innovation[J]. The review of financial studies, 2014, 27(1): 301-346.

[18] 蒋含明. 外商直接投资知识溢出、信息化水平与技术创新能力[J]. 江西财经大学学报, 2019(1): 34-42.

[19] 崔泽园. 改善居民金融素养能否提升家庭金融幸福感——基于家庭消费金融调查数据的检验[J]. 统计学报, 2021, 2(6): 13-28.

[20] 姚小剑, 张英琳. 制造业集聚、环境规制调节与绿色全要素生产率[J]. 统计学报, 2021, 2(5): 61-71.

(本文责编: 王延芳)