

从竞争到互补： 区域技术结构变迁的测度与理论假说

郑江淮 陈 喆 孙志燕 冉 征*

摘要：创新驱动经济发展和区域协调发展是党的十八大以来我国始终坚持的发展战略,本文试图从地区间技术结构来揭示创新驱动区域经济发展的典型经验性特征及其发生、演变机制。通过构造区域技术互补和竞争指数,发现地区间技术互补呈现持续上升、技术竞争呈现先上升后下降的趋势,区域技术结构在经济发展达到一定水平之后从技术竞争转变为技术互补。本文从产品作为技术组合以及技术创新主体多元化视角,对区域经济发展从“产品发现”阶段到“技术发现”阶段的演变进行了解释,提出“技术发现”假说,即区域技术互补实际上是各地区企业为了应对产品市场竞争压力而不断在更大的地理范围配置创新资源,各地区创新资源在市场引导下共同进行的“技术发现”,使得所在行业的技术来源越来越多地分布于不同地区,这些地区的区域整体竞争优势和经济发展水平不断提升。本文的研究结论为促进区域协调发展、提高区域竞争优势提供了经验证据和政策启示。

关键词：创新驱动;区域协调发展;区域技术互补;区域技术竞争;技术发现

中图分类号：F061.5; F062.4; F124; F129.9

一、引言

改革开放四十多年来,中国凭借非平衡发展战略支持东部地区率先发展,带动了中国经济的超高速增长,但各区域经济发展却呈现出分化态势、地区间分工深化不足、部分区域经济发展滞缓等一系列不协调发展的问題。中国实施创新驱动发展战略,进入创新型国家前列,实施区域发展总体战略,是党的十八大以来我国不断强化的创新驱动与区域经济发展政策导向。习近平总书记强调,要在新形势下促进区域协调发展,充分发挥各地区比较优势,促进各类要素合理流动和高效集聚,增强创新发展动力,形成优势互补、高质量发展的区域

* 郑江淮,南京大学长江三角洲经济社会发展研究中心、南京大学经济学院产业经济学系,邮政编码:210008,电子信箱:zhengjh@nju.edu.cn;陈喆,南京大学经济学院产业经济学系,邮政编码:210008,电子信箱:dg20020025@smail.nju.edu.cn;孙志燕,国务院发展研究中心发展战略和区域经济研究部,邮政编码:100051;电子信箱:13661378857@139.com;冉征,南京大学经济学院产业经济学系,邮政编码:210008,电子信箱:372164210@qq.com。

本文得到国家社会科学基金重大项目“新旧动能转换机制设计路径选择”(项目编号:18ZDA077)、2020年度“长江三角洲经济社会发展研究中心”暨“区域经济转型与管理变革协同创新中心”联合招标重大项目“长三角区域世界级产业集聚培育和协调发展”(项目编号:CYD-2020019)的资助。

经济布局^①。区域经济发展格局在创新驱动下不断变化,本文试图从各地区专利信息和各产业技术的地区来源结构变化,来揭示创新驱动区域经济发展的典型特征和发生、演化机制,为更大范围内实现区域技术互补,使得中国区域协调发展的增长潜力和竞争优势得以更充分地发挥,提供政策启示。

各国比较优势在传统理论中通常被认为依赖于当地的劳动、资本、土地等要素禀赋、生产率或相对成本差异,例如一国出口具有比较优势的产品通常是其某些要素密集度、生产率相对较高的产品,该国凭借其比较优势的产品扩张,将获得显著的经济增长。这里暗含着这样的情形,即这种比较优势在该国内部各次级地区存在相同的分布。与传统比较优势理论不同,Hausmann 和 Klinger(2006)、Hidalgo 等(2007)基于出口产品复杂性的测度,发现各国经济发展水平取决于各国出口产品在国际生产贸易网络中分布的位置。一国在某一产品上具有比较优势,该国就会有较高的概率在关联性较高的产品上也形成比较优势,若出口产品的多样性越来越多,产品复杂度越来越高,该国经济发展水平就越来越高(Hausmann et al., 2007)^②。出口产品之间之所以存在关联性,是因为该国生产这些产品所需要的能力是相同或相关的。这些“能力”被宽泛地归纳为物质要素、人力资本、必要的功能性安排以及法治环境等体制性因素在内的全部生产条件的集合。总体上,国家经济发展水平倾向于与这些“能力”积累水平相对应(Hidalgo and Hausmann, 2009),拥有更多种能力的国家比能力较少的国家更容易生产出复杂度更高的新产品。

一个国家的上述能力积累过程在各地区经济发展过程中是如何发生的,该国出口产品的生产能力是否在各次级地区得到一致性(例如一阶齐次性)的分布和使用,是否都能投资生产出相同的相关联产品?各次级地区的能力积累之间存在怎样的联系,怎样组合起来呈现出一个国家的能力积累?本文侧重于分析这些“能力集”中的对企业生产率提升、成本降低的新技术、新产品的研发能力,将产品之间关联性视为产品之间技术关联(Neffke et al., 2011; Rigby, 2015),进而将产品视为一套分布于一个或多个地区的企业所处技术领域的专业知识集合体。并试图回答,如果一国出口产品之间关联性越强,是否意味着这些产品分布在不同次级地区的生产企业的技术领域存在越高的技术关联程度?换言之,某出口产品的技术构成越复杂,其相关联产品的种类越多,出口概率越大,但相关联产品在各次级地区的技术成分呈现出同质的竞争性分布还是专业化的互补性分布?

相关联产品的技术构成部分在很大程度上是相关但不完全相同的一系列技术组合,即在产品层面上体现为不同技术领域之间的相互补充。从这个视角出发,本文根据中国各地区工业化进程中技术发展从技术模仿、消化吸收再创新,到进入技术前沿的自主创新的阶段性变迁,尤其是长三角、珠三角各地区的技术与产业结构变迁经历,揭示区域经济发展呈现出以企业家不断“自我发现产品”为特征的投资驱动阶段,向各次级地区以创新能力与企业创新需求匹配,不断“技术发现”为特征的创新驱动阶段转变,提出一个“技术发现”假说。即在本地产业均衡状态下,已有竞争优势的企业出于对市场份额的争夺,不断从本地区向其

^①参见习近平,2019:《推动形成优势互补高质量发展的区域经济布局》,《求是》第24期。

^②不仅如此,与其邻近的国家能够出口相似产品的概率高达65%,或者说,如果邻国在该国产品上有比较优势,会给这个国家每年经济增长多贡献1.5%,但是这些关联影响随着距离呈现衰减特征(Bahar et al., 2014)。

他邻近地区投资相关联产品,发现相关联技术或新技术,试图维持或进一步扩大关联性产品的产能,以实施可置信的进入阻吓,继续保持在位者优势。当区域经济发展进入到一种互补性“技术发现”阶段,一个地区有竞争优势的产品生产所涉及的技术领域越来越多地来自不同地区,与其他地区形成技术互补,相应地支持了区域持续的经济的发展。

本文可能的边际贡献包括:(1)运用发明专利分类信息,构建了区域技术互补测算方法,区分了区域技术竞争指数和区域技术互补指数,揭示区域技术结构从竞争转变成互补的典型发展事实。(2)基于地区创新资源配置视角,从区域技术互补和技术竞争这两种地区间企业技术互动形态出发,结合中国工业化发展过程,深入探讨了区域技术发展路径呈现出来可能的阶段性技术结构及其经济发展效应。这些解释对理解创新驱动区域经济发展提供了新的视角和形成机制。

本文内容安排如下:第二部分为简要的文献综述;第三部分从制造业技术构成与地区来源、区域技术互补的测度与分布特征等视角进行了典型事实分析;第四部分为区域技术互补的经济发展效应的理论解释,提出从区域技术竞争到区域技术互补演变的理论假说;第五部分为政策启示。

二、文献综述

一个国家或地区经济发展水平的重要体现在于其产品在国际市场上具有竞争优势,其理论渊源可以追溯到亚当·斯密的绝对优势说(1776)、大卫·李嘉图的比较优势说(1817),再到赫克歇尔和俄林提出的要素禀赋说(1933),这些理论均强调了资本、劳动、土地等要素禀赋优势对地区经济发展的重要作用(Bernhofen and Brown,2004)。但考虑到发达国家和发展中国家在要素禀赋结构上的差异,相关学者认为,发展中国家很难摆脱依靠低成本要素在劳动密集型行业中形成的比较优势,主要存在以下几种观点:第一,由于自由贸易下的要素价格均等化,一个国家经济发展初期的比较优势并不会在长期经济增长中发生变化,相反会得到强化(Chen,1992;Bond et al.,2003)。第二,发展中国家长期依赖低成本优势参与国家分工,在全球产业分工中处于从属地位,导致发展中国家与发达国家存在非对称的贸易模式(Prebisch,1950)。此时,发展中国家传统产品出口规模的扩大不仅不会带来全球价值链地位的提升,还会造成贸易条件恶化(Pugel and Lindert,2000)。第三,发展中国家通过模仿和复制发达国家发展经验能实现经济的快速增长(Grossman and Helpman,1990),但发展中国家的技术学习能力是有限度的,并且长期依赖低成本要素优势参与全球价值链分工将产生路径依赖,容易陷入“比较优势陷阱”(蔡昉,2011;刘涛雄、周碧华,2012)。

面对发展中国家的后发困境,部分学者基于技术进步视角提出一国的比较优势不仅仅来自先天的要素禀赋结构,也取决于技术创新能力(Fisch and Speyer,1997)。杨高举和黄先海(2014)指出,持续的技术创新是避免陷入比较优势陷阱的重要推动力。随着发展水平的不断提高,比较优势的具体体现也将发生变化,资本、技术密集型行业将越来越具有比较优势(刘培林、刘孟德,2020)。这意味着无论是国家层面还是地区层面,任何发展阶段和水平都有相对应的比较优势来源,并适应特定发展阶段的市场条件和产业基础的变化规律。一般来说,当一个国家或地区产业的人均物质资本、技术能力(例如研发人员密集度、研发强度等)总体平均水平逐渐提高到一定程度时,或者说低技能劳动力密集度降低到一定程度时,某

些资本密集度、技术密集度较高的行业生产率和产品质量会得到显著提升,进而在国际或区际市场显示出比较优势。但是,这些研究视角很少解释比较优势动态演化的机制或路径。

Hausmann 和 Klinger(2006)基于出口产品之间关联性的测算,发现产品本身是一个国家或地区的要素禀赋、制度环境等因素结合起来形成一组能力的体现,出口产品就是这组能力有比较优势的物理表现。更复杂的产品位于一个紧密连接的核心,而复杂度较低的产品位于连接度较低的外围,各国在出口产品网络中分布环节的高度异质性决定了国家比较优势有特定的演化路径(Hidalgo et al.,2007)。当一个国家出口较为复杂的产品时,通常意味着该产品的生产能力能用来生产很多其他产品,使得其他产品也容易出口,而当出口产品复杂度较低时,意味着该产品的生产能力专用性很强,难以成为其他产品生产能力的组成部分,不利于引发其他产品出口。因此,一个国家或地区越容易根据目前出口产品开发新产品,且产品关联性越来越复杂,该国或地区的经济发展水平就越高。如果难以拓展新产品出口,那么该国或地区的产品空间稀疏,即产品之间的距离很远,在相同的跳跃距离下,将无法达到产品空间关联性更丰富的部分,比较优势的演化路径就很短。当一个国家或地区生产复杂度更高的产品时,该国或地区产品的竞争优势也将逐渐凸显(Felipe et al.,2012;Felipe et al.,2013)。

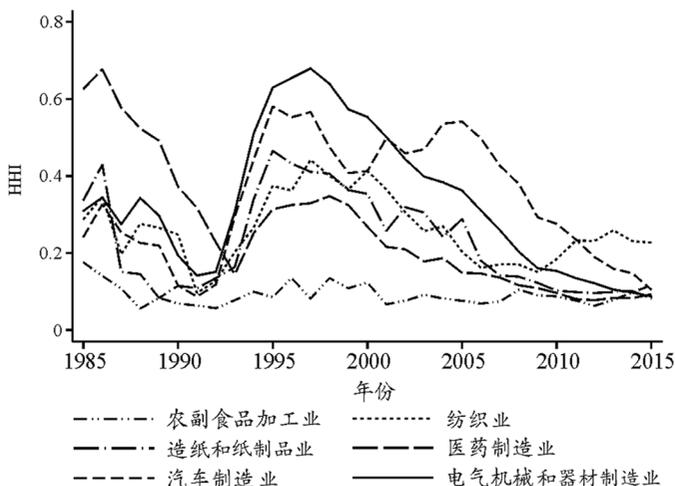
产品关联空间研究从一个基于比较优势的静态视角转向一个基于产品空间的动态视角。任何一个产品的生产都需要相关能力的投入,关联性产品多样性越大,该国有比较优势的能力积累水平越高。但现有研究并没有对这种能力作用及其动态积累的微观机制进行深入的探讨。对于一个由异质性较高的多地区组成的国家,国家的能力积累在各地呈现的能力分布及特定结构形成的微观机制,也没有深入的探讨。为此,本文基于现有研究,立足于区际产品市场层面,从产品的技术结构及其演化视角出发,构建了区域技术互补测度指标,考察产品空间背后的技术结构地理特征性事实,揭示中国各地区技术结构呈现出竞争、互补以及从竞争向互补转变的典型事实。以此为基础,本文进一步依据中国工业化进程中技术发展和经济发展阶段的历史经验,探讨区域技术互补形成的机制、地区间技术发展路径阶段性选择和可能存在的分化,并为创新驱动区域经济发展提出一个“技术发现”假说,对区域协调发展的技术结构、区域竞争优势来源的动态变迁及其经济发展效应提供新的认识。

三、制造业技术的地区来源与区域技术互补:典型事实分析

(一) 制造业技术来源地构成

本文依据各省份制造业发明专利申请数据,采用赫芬达尔-赫希曼指数(HHI)^①揭示制造业技术来源的地理分布情况。制造业的HHI越小,表明制造业的技术地理分布越分散,技术来源越来越多地由不同地区构成。图1显示了三类高技术和三类中低技术制造业HHI的时间变化趋势。从整体变化来看,除农副食品加工业HHI变化比较稳定外,从2000年开始,大部分制造业的技术来源呈现从地理集中到分散的变化,揭示了制造业的生产技术不仅来自本地区,还需要其他地区的技术来共同完成这一发展特征。

^①赫芬达尔-赫希曼指数(HHI)表达式为: $HHI = \sum_{i=1}^n (s_i^k/T_i)^2$,其中, s_i^k 表示省份*i*制造业行业*k*的发明专利申请数量, T_i 表示省份*i*制造业的总发明专利申请数量。



说明:数据来源于中国专利数据库中的发明专利申请数据,按照年度、省份以及IPC(国际专利分类)二位码将专利申请信息进行分类,得到每个省份历年所有IPC二位码的发明专利申请数量。

图1 中国部分制造业行业 HHI 变化趋势

(二) 区域技术互补指标构建

制造业技术构成与地区来源的变化特征表明,某一区域的制造业所涉及的技术领域(例如用四位码IPC表示)在不断增加^①,某个制造业的技术来源越来越多地分布于不同地区,揭示了区域技术互补程度的不断增加。Jaffe(1986)指出,可以通过创新主体在各技术类别中的专利数量,构建技术结构向量,测算不同创新主体之间的技术相似度。这一方法主要基于专利的二位、三位、四位码IPC分类,被广泛应用于知识溢出的相关文献(Luigi,2011)。技术多样性对于经济发展来说非常重要,Frenken等(2007)进一步将技术多样性区分为相关技术多样性和不相关技术多样性,技术大类的分布决定了不相关技术多样性,某一技术大类下各小类技术的细分情况决定相关技术多样性,并使用IPC二位码表征技术大类,IPC四位码表征技术小类。

本文认为地区技术的邻近度实际上由两部分构成。首先,两个地区在同一大类技术中的不同小类技术有很多部分会组合在某一类产品上,意味着该产品的技术构成来源于不同地区的技术,本文称之为地区间技术互补。其次,如果两个地区在同一细分技术中都聚集了大量研发活动、形成了大量专利,这意味着两个地区的企业在这一领域形成技术竞争、产品市场竞争的局面,本文称之为地区间技术竞争。因此,本文假设属于不同技术大类之间的技术是无关系的,属于同一技术大类下的不同小类技术可以形成互补关系^②。技术互补可以视作从两个地区技术大类的相似度中减去同一技术小类发生的相似关系:

$$C_{ij} = \frac{\check{T}_i^g \times \check{T}_j^g - \check{T}_i^m \times \check{T}_j^m}{\sqrt{|\check{T}_i^g| |\check{T}_j^g|}} \quad (1a)$$

①选取图1中的六类行业,发现各行业所涉及IPC四位码发明专利申请数量均呈现显著的上升发展趋势,即制造业技术组成成分在不断增加。限于篇幅,本文不在此展示,如有需要,可以向作者索取。

②这里的技术大类和技术小类是一个相对概念,与国际IPC体系中的“部—大类—小类”并不相同。

(1a)式中: i 和 j 为地区下标,表示不同地区; g 为技术大类, m 为技术小类; \check{T} 表示地区技术分布,是由各项技术的专利数量构成的一维向量, $|\check{T}|$ 表示向量 \check{T} 的欧几里德距离; $\check{T}^g = [N_1, \dots, N_G]$, N 为各项技术的专利数量, G 为技术大类类别总数; $\check{T}^m = [N_1, \dots, N_M]$, M 为技术小类类别总数。不同地区之间的技术互补程度可以进一步表示为:

$$C_{ij} = \sum_{g=1}^G \left[\frac{1}{\sqrt{P_i^g P_j^g}} \left(\sum_{m \in S_G} \sum_{n \in S_G, n \neq m} P_i^m P_j^n \right) \right] \quad (1b)$$

(1b)式中: S_G 为技术大类集合, P 为技术大类的专利数与地区总专利数之比; m 和 n 为技术小类, p 为技术小类的专利数与地区总专利数之比,其余指标含义与(1a)式相同。

如果两个地区在同一技术小类中都存在大量专利,则意味着两个地区的技术研发活动高度重合,存在技术竞争关系。该竞争性指标可用公式(2)进行定义:

$$E_{ij} = \sum_{g=1}^G \left[\frac{1}{\sqrt{P_i^g P_j^g}} \left(\sum_{m \in S_G} P_i^m P_j^m \right) \right] \quad (2)$$

不论是技术竞争还是技术互补,都需要在一定的范围内进行汇总。本文借鉴 Los 指数 (Los and Verspagen, 2000) 来测算一个较大的区域范围内各个小地区整体的技术互补程度。原始的 Los 指数通过计算地区内各个产业之间的相互联系,表征产业之间可能存在的知识溢出,进而测算本地化经济的情况。本文则利用区域内部各个地区之间(地区 i 和地区 j)的技术互补程度和竞争程度,来测算区域整体的技术互补程度和技术竞争程度:

$$LosC = \frac{\sum_{j=1}^A \sum_{i=1, i \neq j}^A (s_i \cdot s_j \cdot C_{ij})}{\sum_{j=1}^A \sum_{i=1, i \neq j}^A (s_i \cdot s_j)}; \quad LosE = \frac{\sum_{j=1}^A \sum_{i=1, i \neq j}^A (s_i \cdot s_j \cdot E_{ij})}{\sum_{j=1}^A \sum_{i=1, i \neq j}^A (s_i \cdot s_j)} \quad (3)$$

(3)式中: A 表示区域内部所包含的地区数量, s 表示专利数量, C 和 E 分别表示地区间技术互补指标和技术竞争指标。

(三) 区域技术互补的分布特征

1. 数据来源

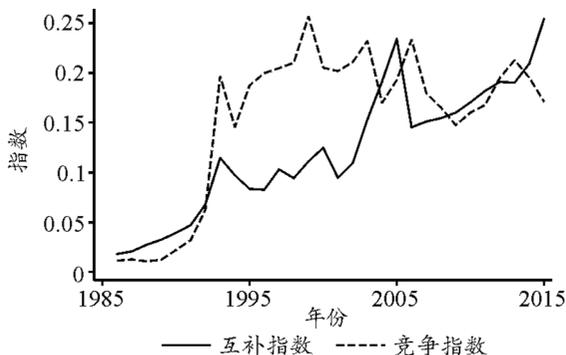
本文使用 1985—2015 年中国专利数据库中的发明专利申请数据,按照年度、地级市以及 IPC 码将专利申请信息进行分类,得到每个地级市历年所有技术大类和技术小类的发明专利申请数量,再代入本文构建的测算公式,得出省份层面的区域技术互补指标和竞争指标。其中,技术大类为 IPC 四位码技术类别,技术小类为 IPC 五位码或六位码技术类别^①。考虑到区域技术互补和竞争指标表征一个较大的区域范围内各个小地区整体的技术互补和竞争程度,本文剔除北京、天津、上海和重庆四个直辖市。另外,由于西藏、海南两省的专利数量远少于其他省份,为了保证实证结果的稳健性剔除这两个省份的数据。

2. 基于全国层面的分析

本文基于(3)式中的区域技术互补和技术竞争指标,对全国层面的区域技术互动形态进行分析,具体变动趋势如图 2 所示。可以看出,我国区域技术互补指数呈现出显著的上升发

^①例如 A01C1/02 和 A01C23/02 同属于技术大类 A01C,但技术小类分别为 A01C1 和 A01C23,以此类推。

展态势,而区域技术竞争指数整体表现出先上升后下降的变化趋势,且波动幅度较大。尤其是近几年,区域技术互补指标上升趋势明显,并逐渐突破区域技术竞争指数。这表明我国已经进入到区域技术互补不断增强,而技术竞争逐渐减弱的发展阶段,这与我国推动形成优势互补高质量发展的区域经济布局相一致。

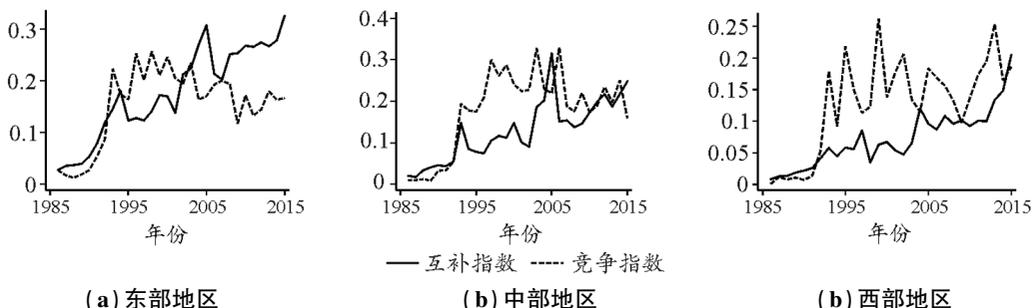


说明:基于测算得到的区域技术互补指数和竞争指数,按照全国层面取平均值。

图2 全国层面的区域技术互补指数与区域技术竞争指数

3. 基于东中西部地区层面的分析

考虑到不同地区在地理条件以及经济发展水平上的差异,本文对东部地区、中部地区、西部地区的区域技术互补和技术竞争程度进行分析,具体变动趋势如图3所示。其中,东部地区的区域技术互补指数率先突破技术竞争指数并呈现显著的上升发展态势,相比中部、西部地区具有明显的领先优势。值得注意的是,在2003年左右,东部地区的区域技术互补水平已突破区域技术竞争,并呈现明显分化发展态势。中部地区的区域技术竞争程度虽然在整体上略高于技术互补程度,但近几年呈现明显的下降发展趋势,并伴随着技术互补程度的不断增加。而西部地区仍存在明显的地区间技术竞争现象,区域技术互补指数显著低于技术竞争指数,但也开始表现出良好的上升发展趋势。因此,虽然东中西部地区的技术结构形态存在显著差异性,但区域技术互补均呈现不同程度的上升趋势,并按照东部、中部、西部的顺序依次递减。这一变化特征凸显了我国推进东部率先发展、中部崛起、西部大开发的区域发展战略,表明我国区域已经进入“在发展中营造均衡”的新时代。



(a) 东部地区

(b) 中部地区

(c) 西部地区

说明:基于测算得到的区域技术互补和竞争指数,按照东部地区、中部地区和西部地区分别取平均值。

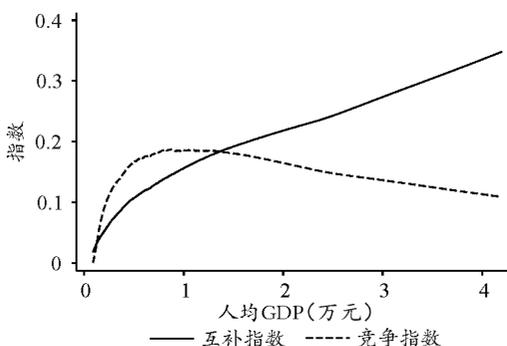
图3 东中西部地区层面的区域技术互补指数和区域技术竞争指数

(四) 区域技术互补与经济发展水平

通过东中西部地区层面的区域技术互补和技术竞争演变特征发现,以东部沿海地区为

代表的先发地区已经进入到高技术互补和低技术竞争阶段,但部分后发地区,尤其是西部地区,仍存在明显的地区间技术竞争,并显著高于技术互补程度。这是否意味着区域技术结构形态的变动与地区经济发展水平存在显著的关联性?

为此,本文考察了区域技术互补指数、技术竞争指数与人均 GDP(万元)的变化趋势图,具体如图 4 所示。可以发现,区域技术互补指数与人均 GDP 呈现正相关关系,而区域技术竞争指数与人均 GDP 呈现先上升后下降的关系。可以说,经济发展过程背后发生了区域技术结构转换,即一个区域内各次级地区间技术互补程度持续增加,而技术竞争程度呈现出先升后降,区域技术结构在经济发展达到一定水平之前以技术竞争为主,高于一定水平之后转变成以技术互补为主。

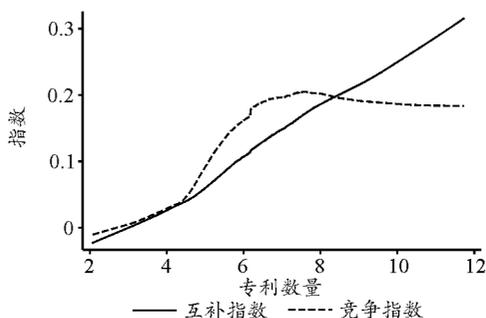


说明:区域技术互补指数和技术竞争指数为省份层面指标,采用各省份内部的地级市数据进行测算。

图 4 经济发展水平与区域技术互补指数、技术竞争指数的关系

(五) 技术水平与区域技术互补

不同区域的经济发展差异在很大程度上与区域技术能力水平有关。本文采用各区域发明专利数量(对数化处理)代表区域技术能力总体水平,如图 5 所示,随着专利数量的逐渐增加,区域技术互补指数持续提升,而区域技术竞争指数呈现先上升后下降的变化趋势。在区域技术能力达到一定阈值之前,区域技术竞争指数明显高于区域技术互补指数,地区间的技术构成仍以技术竞争为主。当区域技术能力超过这个阈值之后,技术构成呈现出区域技术互补为主的特征,区域技术互补指数高于区域技术竞争指数,且随着区域技术能力水平提升,两者的差距逐渐增大。这意味着随着区域技术能力水平持续提升,区域技术构成会发生结构转型,呈现以“区域技术竞争为主,区域技术互补为辅”向以“区域技术互补为主”的结构转变。



说明:区域技术互补指数和技术竞争指数为省份层面指标,采用各省份内部的地级市数据进行测算。

图 5 区域技术水平与区域技术互补指数、技术竞争指数的关系

综上所述,我国制造业技术组成成分在不断增加、技术来源越来越多地由不同地区构成,这与区域技术互补程度的增加存在密切关系。目前我国区域技术结构主要表现出以下两点发展特征:(1)不同区域层面的技术互动形态存在显著差异性,全国整体上表现为区域技术互补程度在不断增加,技术竞争程度先上升后下降的变化趋势。经济发展水平、技术水平较高区域的技术互补水平明显高于经济发展水平、技术水平较低的区域。(2)区域技术互补指数与经济发展水平、技术水平持续地、显著地呈现出同步上升的发展趋势,而区域技术竞争指数与经济发展水平、技术水平呈现出先升后降的态势。在区域经济发展达到一定水平时,区域技术结构发生一次结构转换,从以区域技术竞争为主的结构转变成以区域技术互补为主的结构。

四、区域技术互补的经济发展效应:一个“技术发现”假说

Hidalgo 等(2007)对产品空间的研究指出,一个国家或地区倾向于生产与现有优势产品相关联的(或邻近的)其他产品,是因为该国或地区生产有比较优势的产品的能力也可以用于生产相关联产品,这意味着现有的能力可以不断复制,用来支持更多的新的关联产品,该国或地区出口产品复杂度可以持续提高。在现实的经济过程中,通常表现为,一个企业家率先“发现”这种具有比较优势的产品,会降低其他企业家“发现”或学习这些产品生产的成本,并促使他们迅速效仿这个“发现”。如果企业家们“发现”的产品跳出了劳动力密集型或自然资源产品部门,进入到有数以万计产品的现代部门,那么该国或地区就进入了不断自我发现的经济发展过程(Hausmann and Rodrik,2003)。无论上述出口产品复杂度持续上升,还是现代部门产品“发现”的不断增长,不仅依赖于有效的产权保护等“软环境”持续改善,也依赖于产品的技术领域不断创新,甚至是颠覆性创新。产品是技术与相关知识的物理载体,新产品依赖于技术的不断创新和发现,而新技术是从先前已有的技术中被创造(被建构、被聚集、被集成)地重新组合^①。在以创造新组合及其可配置的新产品为主的经济发展中,竞争优势不是来自于资源储备及其转变为最终产品的能力,而是来自将深层知识储备转译到的新的战略性组合的过程,换句话说,当下通过占有资源获取的国民财富总量,开始不如从专业科学及技术知识的角度获得的那样多了,就公司的竞争优势来说,绝大部分财富从其占有的技术专长而来^②。

可以说,进入现代部门的经济发展就是在充满不确定性的经济中不断地“技术发现”。考虑一个国家内部各地区技术能力及其覆盖技术领域的非均匀分布、非平衡的“技术发现”,本文基于地理有限性和地区创新资源匹配和筛选的视角,试图解释中国作为后发国家在工业化发展进程中,相关联产品多样化发展从区域技术竞争向区域技术互补的转变特征。

(一)以地区为单位的创新、地区间技术关联性与要素资源有限性:前提假设

第一,以地区为单位的创新。某一区域(例如某省份)的创新能力可视为区域内部各次级地区(例如各地级市)的技术创新水平加总(集聚或集成)。各次级地区企业依据自身创新发展目标和当地拥有的创新资源,及时进行技术路径选择或调整,既会在现有技术领域里

①参见:[美]布莱恩·阿瑟著,2014:《技术的本质》,浙江人民出版社,第XII-XIII页。

②参见:[美]布莱恩·阿瑟著,2014:《技术的本质》,浙江人民出版社,第234页。

进行原有技术的新组合,也会进入新的技术领域,带来产业结构对技术领域“重新适配”。各次级地区企业通过不断地提高自身研发投入、研发人员规模与技术水平,共同推进区域的技术前沿,促进区域经济发展。因此,如果区域内部各次级地区能够覆盖更多的技术领域,尤其是涉及其他区域无法进行研发的领域,那么,该区域的创新能力就具有明显的竞争优势。

第二,地区间存在紧密的技术关联性。地区并非封闭和孤立的,而是与其他地区尤其是地理邻近地区产生复杂的空间关联性,地区间通过有意识或无意识的知识交流获得智力成果,产生知识溢出效应。知识溢出的方式包括但不限于:(1)模仿。创新主体间通过对彼此技术、管理经验的模仿与学习来获取知识。(2)技术人员互动。技术人员是知识的重要载体,有内在的交流、互动和流动的动机。(3)合作研发。企业跨地区寻求研发合作或联盟,以更正规的制度安排促进技术互动、知识共享,弥补地区间技术缺口。(4)投资与贸易。以产品流动为中介的知识和技术学习,便于其他地区企业家以较低的成本发现相关产品的投资机会。

第三,劳动力、可开发土地等要素资源具有地理有限性以及正规体制性创新资源具有地理异质性。在区域经济发展过程中,区域内部各次级地区由于地理区位、初始的产业基础、拥有的正规体制性创新资源禀赋(如高校、科研院所和技术创新平台等)、改革开放的市场化与自由化程度、营商环境、初始的产业布局等方面的差异,导致地区土地、劳动力质量、技术能力、研发强度等方面存在一定的差异。当本地区要素资源达到充分配置时,该地区产品的进一步生产必将从其他地区获取要素资源,尤其是研发活动可以采取研发外包、外地直接投资、构建跨区域研发网络等方式(张中元,2015;邵汉华等,2018)。

(二)区域技术发展路径:从“企业家产品发现”到“技术发现”

改革开放以来,中国工业化进程遵循各地区在技术模仿、消化吸收、再创新各阶段上进行产能竞争,不断推动产业拾级而上的发展模式,即通过前一阶段技术和投资的不断积累,形成巨大的专用型产能,将生产过程中的技术知识、组织活动不断地沉淀成惯例化能力,作为重要的需求基础和可置信的威胁来支持下一阶段的技术创新和产业升级,使中国从一个落后的农业大国转变为工业大国和世界第一的制造业大国,并朝着制造强国逐步推进。

1. 呈现区域技术竞争兴起的工业化阶段:“产品发现”阶段

在工业化发展初期,各地区的技术水平和创新能力普遍较低,技术来源于大量的引进和模仿,地区产业多集中在劳动密集型产业,我国大规模的劳动力供给为机器设备、先进技术以及可引进的中间产品加工提供了巨大的潜在产能,各地区开始不断地从发达国家进行技术引进,通过获取技术和新产品来满足本地区经济增长和市场竞争需要。但是,由于我国工业化初期的经济水平与发达国家差距较大,企业引进的技术一般为较成熟的标准化技术,并且在很长的时间内,从处于技术前沿的发达国家获取的技术和新产品几乎是无限的(张宗庆、郑江淮,2013),这意味着各地区生产产品的技术来源和获得性差异普遍较小、技术结构较为相似。

伴随着市场需求的不断扩张,为进一步扩大大本地区企业在同类产品上的市场份额,利益相对独立且拥有发展主动权的地区发展主体(地方政府、本地企业)对生产过程质量、工艺改进等技术消化吸收产生了需求。虽然这些需求是“对国外先进技术的国内修补”,但是也增加了对技术人员使用、本地和其他地区的相关专业技术的创新资源的需求。一旦企业对技

术产生需求,就启动了技术的自我发现机制,“之前的技术形式会被作为现在新技术的组成部分,以这种方式,慢慢地,最初很简单的技术就发展出越来越多的技术形式,而很复杂的技术往往用很简单的技术作为组成部分”^①。在实际中,切实可行的方式就是企业在同类技术领域进行研发投入,吸引相关专业的技术人员流入,进行消化吸收再创新,呈现出同类产品内创新发展态势,逐渐形成地区间的技术竞争局面。在此过程中,区域技术竞争有效激发了越来越多的企业开展创新活动的积极性,通过不断迭代地引进技术、装备和新产品,对旧技术和生产方式不断地改进,显著提高了地区经济发展水平。其中,有些地区初始的工业和创新体系相对较丰富,在要素市场交易成本降低、改革开放以及营商环境等方面抓住了先行先试的优势,该地区企业能以较低的交易成本和生产成本,较早地推动产品创新,获得更多的市场份额。这些地区一定程度上变成了先发地区。相比而言,在没有做到先行先试的地区,同行企业将面临市场份额收缩,甚至退出该产品市场。此时,相关联产品的生产呈现向先发地区集中趋势,使地区间发展出现差异。在该阶段,各地区的经济发展与其说是呈现为各地区企业家以引进的方式去发现技术,不如说企业家以迅速投资来发现产品及其相关联产品。

2. 呈现区域技术竞争快速上升的工业化阶段:“技术吸收中产品发现”阶段

虽然技术模仿与消化吸收显著促进了各地区的经济发展,但是这些技术主要以显性知识扩散为主,引进技术一旦经过市场上的模仿与扩散,相应的产品市场便很快进入到利润微薄的充分竞争状态,进一步引发产能“消耗战”,潜在的市场需求逐渐趋于饱和。为了避免“消耗战”,这就要求各地区企业,尤其是后发地区的企业在现有技术领域中寻求新的关联技术和关联产品。已处于前沿的先发地区企业也会选择在已有的技术领域进行新技术、新产品研发,以实现与发达国家的技术收敛和相关产品的进口替代。从产品结构看,此发展阶段中,各地区开始增加对中间产品、原材料以及机器设备等产业的投资,产业间分工开始纵向深化。工业化进程表现为从轻工业到重工业、从生产消费品到生产资料与中间产品、产品从劳动密集型生产到资本密集型生产的逐渐升级。一般来说,这些中间产品、材料和设备在技术上具有引进、消化吸收再创新的潜力,有较高的研发强度和技术人员密集度。在此过程中,各地区企业从“生产加工中学习”不断形成技术积累和沉淀,逐步转变到“技术吸收中产品发现”不断接近已有产业技术扩散的前沿。

从技术来源看,以企业内部研发为主,与高校、科研院所的外部技术合作又以解决技术消化吸收中遇到的技术难题为主。各地区对中间产品、原材料等进行投资和可能的技术消化吸收再创新,带来各地区企业在已覆盖技术领域中迅速逼近技术前沿,相关产品种类逐渐增加、产品质量不断提升(Hausmann and Hidalgo, 2011),该阶段地区间竞争一直表现为产品市场进入、产能消耗战同时并存格局,不断创新的技术及相应新产品、更高质量的产品提高了各地区参与产品市场竞争的概率。为了抢占更多的市场份额并提高收益水平,各地区企业快速地扩大生产规模。总体上看,在该阶段后期,各地区之间技术竞争程度迅速上升,仍处于企业家在不断进行相似、相关联的“产品发现”的阶段,但是这些产品的技术来源已经在很大程度上依赖于当地企业内部的技术投入和技术人员的消化吸收,可以说,各地区经济发

^①参见:[美]布莱恩·阿瑟,2014:《技术的本质》,中译本,浙江人民出版社,第17页。

展呈现出“技术吸收中产品发现”的特征,为进入“技术发现”阶段不断积累技术能力。生产中间产品种类越多的地区积累的技术能力越强,在地区间经济发展中保持领先优势,与中间产品种类增长缓慢地区的差异将呈现扩大趋势。

3. 呈现区域技术互补的工业化阶段:“技术发现”阶段

在区域技术竞争阶段,制造业产品门类和种类不断扩大。一些地区率先会进入这样一种产业均衡状态,即当产业发展规模达到一个阈值时,本地劳动力充分就业,但土地资源还相对充裕。此时,产业规模进一步扩大虽然有一定土地资源支持,但是会面临着劳动力供不应求的限制。假设其他相邻地区在技术竞争阶段也达到了劳动力充分就业状态,此时各地区经济发展进入了一种产业均衡,称之为“充分就业均衡”。可以推断,在区域技术竞争阶段,由于技术领域和产品的同质性较高,地区间充分就业的产业均衡状态是接近于自由进入下的零利润状态。各地区企业若继续扩大所在产业的市场份额,则需要进一步降低产品平均成本。如果企业继续通过在原有技术领域加大技术人员投入和新产品产能扩大来降低成本,则必然引发工资成本上升,进而有动机从其他行业、其他地区争夺劳动力的流入。其中技术人员不断流入,可能出现行业差异性,例如高技术行业吸引的技术人员相对更多。这就意味着,各行业吸引技术人员流入将面向该地区企业产品或工艺创新所处特定行业的技术需求,进而呈现地区差异性。该地区特定行业所在技术领域因技术人员不断流入而逐渐变成真正的技术集群。技术集群的出现不仅为当地企业带来较高的边际产出,也会在当地产生显著的集聚效应和外溢效应。由此,地区充分就业均衡的打破实际上源于工资上涨以及企业对技术人员的迫切需求和强有力的争夺。

考虑到各地区正规体制性创新资源分布呈现非均质性这一情况,例如高校和科研机构分布的异质性、政府政策性供给的创新资源分布的选择性,以及高校与科研机构教育和培养的技术人员供给几乎无弹性,本地区技术人员内生供给几乎始终满足不了新技术研发的需求。这意味着,有些地区拥有较多高校、科研院所等正规体制性创新资源,使得该地区的企业,尤其中小企业会以较低的成本接触到创新资源,对高校、科研机构的科研成果转化产生了有效需求,而这些科研成果转化大多数又与企业的工艺创新相关。而那些拥有正规体制性创新资源较少的地区,企业难以通过工艺创新来降低成本,那么就更有可能是以产品创新跳出原有的技术竞争均衡,开辟新的技术领域和产品。

由此不难得出,通过工艺创新跳出“充分就业均衡”的地区将开辟一些新技术领域,研发相应的中间产品、新材料或装备;以产品创新跳出“充分就业均衡”的地区则更多地吸引那些面向终端的新产品研发和创业。一般来说,前类地区的创新更多以发明专利为主,兼有部分实用新型专利,后类地区的创新在一定数量的发明专利基础上更多地以实用新型专利和外观设计专利为主。地区间技术领域由此逐渐分化出不同的技术路径。

这两类地区无论进入哪一种技术路径,所在地企业都将沿着技术路径对相关产品产能进行快速的投资和扩张,直至该地区可开发土地资源耗尽,此时,可能恰好达到可开发土地资源供求平衡下的产业均衡,但更有可能是可在可开发土地资源数量短缺下的“强制性产业均衡”,本文称之为“可开发土地充分配置均衡”。由于企业之间研发强度(或研发人员密集度)存在很大程度的行业异质性,研发强度(或研发人员密集度)较高的企业将能够以更高的生产率或盈利能力来应对劳动力(包含技术人员)流入竞争所引发的工资成本上升,这类

企业的价格加成率相对较高,且在持续创新中保持着稳中有升的态势,相应地,相关产品的市场份额向这类企业集中的内生动力逐步增强,表现为企业规模的分散度显著提高。这类企业在区域内部各次级地区上还呈现出非均匀分布,由此造成各次级地区在技术领域发展上呈现出分化态势,有的次级地区成为先发地区,有的次级地区成为后发地区。先发地区对研发人员的需求强度要显著高于后发地区。因此,可以进一步推断,在“可开发土地充分配置均衡”状态下,无论是工艺创新较为密集的地区,还是产品创新较为密集的地区,企业都有动力到要素成本更低、可开发土地资源相对富余的相邻地区进行新技术、新产品的产能投资,或将紧密配套的非核心的零部件企业进行产能转移,或充分利用邻近地区特有的创新资源,设立新的核心技术和产品研发部门。

再者,从技术领域的创新空间看,当该地区企业在某一项技术领域的研发创新达到一定程度,当地正规体制性创新部门为企业提供的技术“咨询顾问式”“研发外包式”合作开展得较为充分时,技术空间有限性开始呈现,使得该技术领域所支撑的产业发展迅速接近“天花板”,无法再继续挖掘技术潜力。在产品市场和要素市场的竞争压力下,企业将面临着利润逐渐减少、成本逐渐增加的困境。出于企业盈利增长与成本降低的动机,该地区企业还将继续把部分关联产品(往往是非核心产品)产能转向地理位置更加偏远的其他地区进行投资。相较于本地区,承接产能转移的地区往往具有更低的要素成本,以及不相关专业化的技术水平。如果这些企业不转移非核心产品生产,那么它们就有动力到其他地区寻求更多的正规体制性创新部门,开展深度的技术合作或研发外包,在核心技术上进行攻关,或进入不相关技术领域,以突破现有技术领域的“天花板”。

从上述两类地区之间可能的发展差异来看,在工艺创新较为密集的地区,经过“充分就业均衡”“可开发土地充分配置均衡”的两个发展阶段后,拥有更为先进的工艺创新能力的企业,包括与当地正规体制性创新资源深度融合的企业,其生产和研发规模将逐渐具有相对规模优势,自身的研发经验积累和技术人员集聚将为这些企业维持稳固的在位者地位。相比之下,该地区的中小企业更有可能与其他地区进行技术关联和产品关联投资,获取与本地不同的外部工艺或产品创新合作机会,进而可能衍生出差异化的技术领域及相关产业发展路径。对于产品创新较为密集的地区,由于本地正规体制性创新资源较少,产品创新能力较强的企业往往具有较高的盈利能力并能够迅速进行生产规模扩张,进而更有能力到拥有较多正规体制性创新资源的地区寻求外部研发合作并承担新建研发基地的额外沉没成本;而本地规模较小的企业虽然面向市场的产品创新能力较强,但由于更高水平的技术创新能力相对较弱,所以会倾向于围绕大企业在本地进一步加强产业集聚和分工,充分获取企业之间的技术溢出。

简言之,在可开发土地资源和创新资源地理有限性的前提假设下,伴随地区技术水平的不断提升,地区经济发展更多地表现出越来越多的“技术发现”,进而带动相关产品、产业的“投资发现”。不仅如此,这些“技术发现”越多,该地区技术领域的技术和新产品越多地表现出来源于不同地区,区域技术互补程度在不断增强。在此过程中,地区间通过形成互补性技术体系更有助于加快技术研发与产品创新进程,并逐渐形成不同地区培育不同优势技术领域的配置局面。各地区通过发挥技术领域的规模效应,实现技术前沿的共同推进,通过产业化或产品空间复杂化,不断地提升各地区经济发展水平。

最后,当这些地区企业在现有的技术领域逐步逼近世界技术前沿,进入到一个较高的技术水平阶段,各地区企业开始加强自主研发体系的建设,加快扩展技术领域、努力攻破关键核心技术,通过增加产品的科学知识和意会知识(或行业秘密、手艺性认知)含量、多样性程度来提高市场份额与国际竞争力。一般来说,这里建构的技术或行业秘密不易转移到其他地方,也不可能被完全记录下来,一旦一个地区因行业秘密在技术领域创新中领先了,这个地区就会处于更领先的地位,成功会接踵而来,形成对技术的地方性集聚正反馈或收益递增效应,一群技术公司就会在特殊区域集聚起来。^① 具有这些特征的技术领域分布于以基础科学为基础的行业,“逐渐内嵌为一套寓存于人的、地方性自我建构的、深邃的共同认知”,^②对高校和科研机构的需求逐步从解决技术问题转变成技术发现,从技术咨询、技术服务外包向“双向融合创新”升级。在此过程中,在以基础科学为基础的行业较密集地区与较不密集地区之间、与高校和科研机构“双向融合创新”的地区与简单技术合作的地区之间,技术能力与产品收益的异质性逐步扩大,区域技术互补程度将进一步增强,表现为一个地区的产品生产所涉及的技术领域越来越多地分布于具有不同技术能力的地区。各地区通过充分发挥自身优势技术领域实现经济合理分工,市场在创新资源合理配置中的基础作用逐步增强,区域间技术分工合作版图逐步定型。由此产生的现有技术领域的不断突破以及产品复杂度的提升,不仅带来了地区经济的快速发展,也提高了部分技术领域在国际市场上的竞争优势。

总之,地区技术发展模式经历了技术模仿、消化吸收再创新实现技术收敛,通过不断地自主创新进入技术前沿实现技术领跑的转变。地区产业结构在技术复杂化驱动下呈现进一步的高级化与合理化,产品质量与竞争力进一步提升,若达到一个稳态,本文称之为“区域技术互补均衡”状态。各地区技术互补程度越深,或者说地区技术互补的技术领域、产业范围越广,各地区整体上形成的区域竞争优势越显著,参与技术互补的地区越多,地区间协调发展越显著。如果地区间技术互补所处产业领域存在区域间差异,那么地区围绕创新的要素、市场竞争将演变成区域间竞争。没有进入技术互补区域内的地区发展与进入技术互补区域内的地区的差异会越来越大。

值得强调的是,在上述跨地区创新发展,即地区间技术互补发展过程中,地区间人才交流和技术往来日益密切,基于新技术、新产品的进入阻吓效应愈发明显。一个地区企业在某一项技术领域上具备领先发展优势,在技术发展中或者在产品市场竞争中,将会迅速扩大其产能,这就向其他地区传递了一种“可置信威胁”的信号。在信息充分交流的条件下,该地区企业的技术选择和创新很有可能会降低其他地区企业从事这项相同技术的投资收益预期。当地区间技术竞争较为接近充分竞争时,其他地区企业会理性地选择与该技术领域相关联的其他领域进行研发创新,通过与该地区进行技术互补而非技术竞争来形成合作共赢局面。

综上所述,工业化进程中的技术模仿到技术收敛,再到技术领跑,伴随着地区技术水平的逐渐提高,区域技术互补程度不断增加,而技术竞争程度表现出先上升后下降的变化趋势,这意味着区域技术互补已成为地区间未来主要的技术发展路径,各地区基于创新能力差

①参见:[美]布莱恩·阿瑟,2014:《技术的本质》,中译本,浙江人民出版社,第180-181页。

②参见:[美]布莱恩·阿瑟,2014:《技术的本质》,中译本,浙江人民出版社,第180-181页。

异选择不同的技术优势领域,形成相应的产业发展格局。基于以上分析,得出这样的命题:在创新驱动区域发展中,区域技术互补本质上是各次级地区企业应对市场竞争不断扩大创新资源配置地理范围,在市场导向下联合各地、各类创新主体共同实施的“技术发现”,最大限度地进行产品创新和工艺创新,实现产品的技术来源地理多样化、产品多样化创新和产能扩张。当地区技术发展和经济发展达到一定水平时,区域技术结构将发生结构转换,进入以技术互补为主的发展路径,次级地区间技术竞争出现停滞,甚至下降。各次级地区之间技术互补程度越高,互补性地区的产业竞争优势越强,区域经济发展水平越高,与没有进入技术互补的地区发展差异越大。

五、政策启示

(一) 加强区域技术互补程度,扩大技术互补的区域范围,增强区域竞争优势

虽然我国目前整体的区域技术互补程度呈现上升发展态势,但部分人均GDP水平较低或资源密集型省份和城市群的技术互补程度仍然处于较低水平,尤其是中西部相关地区,技术竞争程度显著高于技术互补程度,产业同构化问题依旧明显,亟需走出区域技术竞争阶段。一方面,先发区域以关键核心技术为主,通过技术互补,充分利用后发地区专业性创新资源,加快推进创新进程。后发地区应积极融入经济发达地区的技术合作和产业分工网络中,通过地区间的技术交流与人才互动,不断提高自身的技术创新能力,加快促进地区技术升级,进而逐渐实现对先发地区的追赶,与先发地区共同提升国家竞争优势。另一方面,后发地区对一些创业型企业或行业给予更全面、更周到的激励,投资一些还没有定向的基础科学,有助于改善其在技术发展中因处于跟随地位而面临的困境。这是“因为技术总会在不经意间播撒许多带有活性的种子,如果种子恰好落在恰当的地方,某个技术集群就可能在某个意想不到的地方产生”^①。

(二) 以技术集群为导向,增强城市群在区域技术互补发展中创新中心地位,优化“在发展中促进相对平衡”的区域经济布局

城市群层面上区域技术互补程度明显优于省份层面,尤其是中西部地区城市群,在推动自身及周边地区经济发展中发挥着重要作用。^②为此,一方面,通过加强城市群内企业、科研院所以及高校之间的产学研合作深度融合,将城市群凝聚成技术集群,实现关键核心技术的突破。另一方面,要加快形成技术互补的区域性城市群格局,尤其是长三角和珠三角城市群等重要城市群,依靠自身良好的区域技术互补优势加快推进地区协调发展,通过辐射带动作用,加快技术创新网络扩展与人才流动,促进区域间发展相对平衡。

(三) 持续、非选择性地扩大各区域科学、技术基础设施建设,破除制约技术、人才等创新要素流动与发展的体制障碍

区域技术互补依赖于地区间紧密的空间关联性,创新资源的空间配置有限性与地区分布的异质性导致区域技术互补存在地方化的局限,市场化限制与文化差异等诸多因素又会进一步成为知识扩散的壁垒,导致区域技术互补程度及其产生的经济发展效应受到限制。

^①参见:[美]布莱恩·阿瑟,2014:《技术的本质》,中译本,浙江人民出版社,第181页。

^②限于篇幅,本文不报告城市群层面的区域技术互补和技术竞争指数图,如有需要,可以向作者索取。

为此,应持续加强各区域科学、技术基础设施建设规模,提升以科学为基础的行业(高技术行业)技术人员的教育培养规模与质量,打破创新资源流动的行政壁垒,不断优化创新人才配置对区域创新发展的决定性作用。

参考文献:

- 1.蔡昉,2011:《“中等收入陷阱”的理论、经验与针对性》,《经济学动态》第12期。
- 2.刘培林、刘孟德,2020:《发展的机制:以比较优势战略释放后发优势》,《管理世界》第5期。
- 3.刘涛雄、周碧华,2012:《我们能避免“比较优势陷阱”吗?》,《宏观经济研究》第6期。
- 4.邵汉华、周磊、刘耀彬,2018:《中国创新发展的空间关联网络结构及驱动因素》,《科学学研究》第11期。
- 5.杨高举、黄先海,2014:《中国会陷入比较优势陷阱吗?》,《管理世界》第5期。
- 6.张中元,2015:《企业技术研发外包对引入新产品的影响》,《国际贸易问题》第7期。
- 7.张宗庆、郑江淮,2013:《技术无限供给条件下企业创新行为》,《管理世界》第1期。
- 8.Bahar, D., R.Hausmann, and C.A.Hidalgo.2014.“Neighbors and the Evolution of the Comparative Advantage of Nations: Evidence of International Knowledge Diffusion?” *Journal of International Economics* 92(1): 111-123.
- 9.Bernhofen, D., and J.C.Brown.2004.“A Direct Test of the Theory of Comparative Advantage: The Case of Japan.” *Journal of Political Economy* 112(1): 48-67.
- 10.Bond, E.W., K.Trask, and P.Wang.2003.“Factor Accumulation and Trade: Dynamic Comparative Advantage with Endogenous Physical and Human Capital.” *International Economic Review* 44(3):1041-1060.
- 11.Chen, Z. Q. 1992. “Long-run Equilibria in A Dynamic Heckscher - Ohlin Model.” *Canadian Journal of Economics* 25(4): 923-943.
- 12.Felipe, J., U.Kumar, A.Abdon, and M.Bacate.2012.“Product Complexity and Economic Development.” *Structural Change and Economic Dynamics* 23(1):36-68.
- 13.Felipe, J., U.Kumar, N.Usui, and A.Abdon.2013.“Why Has China Succeeded? And Why It Will Continue to Do So.” *Cambridge Journal of Economics* 37(4):791-818.
- 14.Fisch, G., and B.Speyer.1997.“TRIPS as an Adjustment Mechanism in North-South Trade.” *Economics* 30(2):55-56.
- 15.Frenken, K., F.Van Oort, and T.Verburg.2007.“Related Variety, Unrelated Variety and Regional Economic Growth.” *Regional Studies* 41(5):685-697.
- 16.Grossman, G.M., and F.Helpman.1990.“Comparative Advantage and Long-run Growth.” *American Economic Review* 80(4):796-815.
- 17.Hausmann, R., and C.A.Hidalgo.2011.“The Network Structure of Economic Output.” *Journal of Economic Growth* 16(4): 309 - 342.
- 18.Hausmann, R., and D.Rodrik.2003.“Economic Development as Self-discovery.” *Journal of Development Economics* 72(2): 603-633.
- 19.Hausmann, R., J.Hwang, and D.Rodrik.2007.“What You Export Matters.” *Journal of Economic Growth* 12(1): 1-25.
- 20.Hausmann, R., and B.Klinger.2006.“The Evolution of Comparative Advantage: The Impact of the Structure of the Product Space.” CID Working Paper, No.146.
- 21.Hidalgo, C. A., B. Klinger, A. L. Barabási, and R. Hausmann. 2007. “The Product Space Conditions the Development of Nations.” *Science* 317(5837):482-487.
- 22.Hidalgo, C.A., and R.Hausmann.2009.“The Building Blocks of Economic Complexity.” *PNAS* 106(26): 10570-10575.
- 23.Jaffe, A.1986.“Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms' Patents, Profits and

- Market Value.” *American Economic Review* 76(5) : 984–1001.
- 24.Los, B., and B.Verspagen.2000.“R&D Spillovers and Productivity: Evidence from U.S.Manufacturing Microdata.” *Empirical Economics* 25(1) :127–148.
- 25.Luigi, A.2011.“Technological and Geographical Proximity Effects on Knowledge Spillovers: Evidence from the US Patent Citations.” *Economics of Innovation and New Technology* 20(6) :597–607.
- 26.Neffke, F., M.Henning, and R.Boschma.2011.“How Do Regions Diversify Over Time? Industry Relatedness and the Development of New Growth Paths in Regions.” *Economic Geography* 87(3) :237–265.
- 27.Prebisch, R.1950.The Economics Development of Latin Amercia and Its Principal Problems.United Nations Department of Economic Affairs,New York.
- 28.Pugel, T.A., and P.H.Lindert.2000.*International Economics*. New York: McGraw—Hill Higher Education.
- 29.Rigby, D.2015.“Technological Relatedness and Knowledge Space: Entry and Exit of U.S.Cities from Patent Classes.” *Regional Studies* 49(11) :1–16.

From Competition to Complementarity: Measurement and Theoretical Hypothesis of Regional Technological Structure Change

Zheng Jianghuai^{1,2}, Chen Zhe², Sun Zhiyan³ and Ran Zheng²

(1: Nanjing University Yangtze River Delta Economic and Social Development Research Center; 2: Nanjing University School of Economics, 3: Development Research Center of the State Council)

Abstract: Innovation-driven economic development and regional coordinated development are the development strategies that have been adhered to since the 18th National Congress of the Communist Party of China. This paper attempts to reveal the typical empirical characteristics of innovation-driven regional economic development and its occurrence and evolution mechanisms from the inter-regional technical structure. By constructing the regional technology complementarity index and competition index, it is found that the technology complementarity among regions has continued to rise, and the technology competition has presented a trend of first rising and then falling. After the economic development reaches a certain level, the regional technology structure changes from technology competition to technology complementarity. This paper explains the evolution of regional economic development from the “product discovery” stage to the “technology discovery” stage from the perspective of a product as a technology portfolio and the diversification of technological innovation subjects and proposes a “technology discovery” hypothesis, that is, regional technological complementarity is the continuous expansion of the geographic scope of innovation resource allocation by enterprises in various regions in order to response to the pressure of product market competition, and the “technical discovery” of innovation elements in each region under the guidance of the market. The research conclusions of this paper provide empirical evidence and policy enlightenment for promoting coordinated regional development and enhancing regional competitive advantage.

Keywords: Innovation Driven, Regional Coordinated Development, Regional Technology complementarity, Regional Technology Competition, Technology Discovery

JEL Classification: O11, P25, R11

(责任编辑:彭爽、惠利)