

地区间技术互补、均衡发展与企业全球价值链攀升

郑江淮, 金晟男

[摘要] 在全球价值链贸易的复杂网络中,企业产品的技术构成日趋多元化,其不仅来自企业自身的技术创新,也来自其他研发主体。地区间技术互补成为企业获取外部技术知识的重要途径。本文利用2000—2014年中国工业企业数据库、中国海关数据库以及专利数据库合并的微观数据,从出口国内附加值率视角考察了其对全球价值链攀升的影响。研究发现,地区间技术互补带动了企业出口国内附加值率(DVAR)提升,解释了约25%的中国企业出口国内附加值率增长。其主要实现机制是增加了企业对国内中间品的使用比重,提高了企业全要素生产率;异质性分析发现,技术互补的促进效应对人力资本水平较低的企业以及处于创新外围地区、市场可达性高的企业更强,有效地发挥了缩小企业间、地区间差距进而推动地区均衡发展的作用。此外,本文讨论了企业在全价值链中实现攀升后的具体市场表现,发现企业在出口产品范围、产品质量、出口目的国数量以及出口成本加成等不同方面均得到显著提升。本文的研究对于理解企业实现全球价值链攀升、完善地区间优势互补格局具有重要的理论与现实意义。

[关键词] 技术互补; 全球价值链; 出口国内附加值率; 均衡发展

[中图分类号] F429 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1006-480X(2024)07-0085-20

一、引言

党的二十大报告指出,增强国内大循环内生动力和可靠性,提升国际循环质量和水平,着力推进城乡融合和区域协调发展。这是党中央在新发展格局下,对在国际贸易中实现区域协调发展的新要求。根据传统的比较优势理论,各地区应在自身具有生产优势的产业进行生产和出口,以实现专业化发展(Costinot, 2009)。在过去的发展实践中,东部地区主要参与全球价值链中的中低端环节,通过“虹吸”中西部地区的原材料和劳动力等生产要素,从而在全球价值链中获取了相应的成本

[收稿日期] 2024-02-06

[基金项目] 国家社会科学基金重大项目“创新链与产业链耦合的关键核心技术实现机理与突破路径研究”(批准号22&ZD093);教育部人文社会科学重点研究基地项目“基于中国实践的创新发展理论研究”(批准号23CEDRZ03)。

[作者简介] 郑江淮,南京大学长江三角洲经济社会发展研究中心、南京大学经济学院教授,经济学博士;金晟男,南京大学经济学院博士研究生。通讯作者:金晟男,电子邮箱:ijsnnj@163.com。本文受到南京大学长江三角洲经济社会发展研究中心和中国特色社会主义经济建设协同创新中心联合专项重大研究课题“长三角实践创新中国发展经济学:从产业集群到技术集群”的资助。感谢匿名评审专家和编辑部的宝贵意见,文责自负。

竞争优势。但是,这种单边发展的分工方式忽略了地区间的协调关系,不仅使本国企业难以在全球价值链中实现攀升,同时也拉大了中西部地区与东部沿海地区的收入差距(范剑勇,2004;Tombe and Zhu,2019)。

本文试图从地区间同一行业内技术互补的角度,为理解贸易与区域协调发展提供新思路。在过去四十多年的经济发展中,中国各地区的创新资源与创新能力不断积累,取得了显著成效。然而,由于技术开发的复杂性与多样性需求不断增加,以及单个城市承载创新资源的能力有限,各地区之间逐渐形成了技术互补^①关系(郑江淮等,2023)。与此同时,全球价值链中产品生产过程日益碎片化,产品生产所需要的零件和组件越来越多地由处于具有不同优势的地理空间再配置。这种趋势为地区间通过技术互补协调国内分工^②、减少重复竞争,进而推动本国企业在全价值链中攀升提供了重要的技术基础。当同一行业内本地与其他地区的技术互补水平提升时,本地企业将受益于正外部性,拥有更多互补技术或投入品,进而在相关产品的生产上获得比较优势(Boehm et al., 2022)。一方面,地区间技术互补意味着其他地区的企业可能率先发现并应用了与本行业密切相关的技术或产品创新,这些信息可以通过修补、改进和组合,被本地企业吸收和利用,转化为其新技术的组成部分,从而直接降低经营成本并提高生产率(郑江淮等,2023)。另一方面,由于产品是技术的集成,地区间技术互补将提升各地区生产的不同基础材料、中间产品以及先进制造设备与本地企业的配套程度,使本地企业在生产过程中更多地采购来自国内的中间产品投入。这不仅有助于通过联动其他地区发展,改变原有的少数地区和少数企业参与国际贸易的格局,还增加了企业出口产品中的国内附加值(Kee and Tang, 2016)。基于这一视角,相较于各地区要素争夺的同质竞争,通过国内地区间技术互补与产业分工形成的总体外部经济性和比较优势,能够更广泛地嵌入国际垂直生产体系。这不仅有助于国内各地区发挥互补优势,还有利于加快实现地区间共生共长的均衡发展格局。

本文通过构造中间产品采购理论模型,利用2000—2014年中国工业企业数据库、中国海关数据库以及国家知识产权局专利数据库中的发明专利申请数据,从企业出口国内附加值率(DVAR)这一微观视角验证了地区间同一行业技术互补与企业全球价值链攀升的关系。企业DVAR提高通常意味着企业在融入全球价值链的过程中,对国内中间产品的利用程度加深。这种深化利用降低了对进口中间产品的依赖程度,使得企业在国际贸易中获取了更为可观的附加值,是企业在全球化背景下优化资源配置、增强竞争力的有力体现(郑江淮和郑玉,2020)。另外,地区行业层面的技术互补指数借鉴Jaffe(1986)、郑江淮等(2023)的思路,利用专利数据库中发明专利的年度、地级市以及IPC码分类等信息测算。

本文边际贡献主要体现在:①为理解地区优势互补提供了新视角,并验证了以中间产品创新实现全球价值链攀升的机制。对于如何实现地区优势互补,现有文献主要从地区一体化(Faber, 2014; 范子英和周小昶, 2022)、产业分工与转移(Coşar et al., 2016; 陆铭等, 2023)和国内统一大市场建设(刘志彪和孔令池, 2021; 李自若等, 2022)等角度进行回答,认为通过消除地区间市场分割,促进企业跨地区投资,进而实现地区合理分工与产业转移是发挥地区互补的重要机制。但是,鲜有研究从技术联系的视角理解地区优势互补,并评估其经济收益。本文发现,地区间技术互补对所在地区企业

① 为便于表述,本文将同一行业内地区间技术互补简称为技术互补或地区间技术互补。

② 李自若等(2022)发现,2000—2014年,中国省际流出贸易占全国总流出贸易的比重由15.3%提高至21.4%,表明中国国内产品市场分工与一体化水平逐渐提高。

实现全球价值链攀升具有推动作用,而且该效应在1—5年内显著有效。根据工具变量估计结果,2000—2014年,地区间技术互补水平的提高解释了约25%的企业出口国内附加值率增长,具有重要的经济意义。此外,这种地区间技术联系也为国内中间产品创新提供了可能。本文结果表明,地区间技术互补有助于国内涌现更多创新性中间产品,从而使本国企业在出口产品数量、产品质量、出口目的国数量以及成本加成等不同维度上体现出全球价值链攀升的特征。这不仅论证了新兴大国通过中间产品创新实现全球价值链攀升路径的存在性,也为不同国家间基于互补性质的“友岸外包”和“近岸外包”现象提供了经济学解释。②进一步丰富了关于地区和企业比较优势来源的研究。现有研究认为,企业比较优势主要源自其可获取的投入品及其技术创新水平(Boehm et al., 2022)。然而,当前学术界主要关注如何提升企业自身的创新能力(余明桂等,2016;Alfaro-Urena et al., 2022; Aghion et al., 2024),对企业其他创新来源的认识仍不够全面,且缺乏对这些投入品及其他创新来源在不同地区间差异的解释。本文从地区间技术互补的视角进行了补充,发现地区间同一行业技术互补程度越高,企业可获取的国内中间投入品和外部互补技术知识也越多。同时还发现,地区间技术互补显著促进了企业国内中间产品的投入比重、生产率和创新效率。这一发现不仅拓展了对企业比较优势来源的理解,也揭示了不同地区企业间呈现差异的重要原因。③论证了以地区间技术互补为表现的技术外部性在中国特殊实践的指导意义,并与现有文献相呼应。Andrews et al.(2016)和Akcigit and Ates(2023)基于美国数据对企业TFP的观察发现,美国地区间技术扩散的强度在过去几十年间不断下降,造成企业间差距不断扩大。与此不同的是,本文发现,中国地区之间以及行业内部的企业DVAR差距不断减少。①为此,本文从地区间技术互补的分工格局角度进行解释,认为地区间技术互补增加当地的技术可获得性,拓宽可使用中间产品投入的来源,进而提高企业的DVAR。并且,这种促进效应对处于创新外围地区、人力资本水平较低的企业更强,有助于减少中国地区之间以及企业间的DVAR差距,促进地区之间均衡发展。因此,本文的引申含义是:中国应该坚定发挥地区创新资源丰富、产业体系齐全且地区之间技术可获得性空间大的特殊比较优势,通过提高地区间的技术互补水平,实现技术和生产合作,进而提高国家整体竞争优势,实现全球价值链攀升。

二、数据介绍与特征事实

1. 数据介绍

本文使用了三个来源的数据集:①使用中华人民共和国海关总署(简称海关总署)提供的2000—2014年企业—产品层面交易数据。该数据提供了中国所有进出口企业的产品交易信息,包括企业代码、进出口产品的六位数HS编码、出口数量、出口价值、出口方式和目的地等。需要注意的是,中国海关采用的商品分类标准在样本期间多次更改。②为了确保数据的一致性,本文根据联合国统计部门提供的商品分类标准对应表,将所有数据统一定义在六位数HS96分类标准上。③使用2000—2014年中国工业企业数据库的数据,其中,包含全部国有工业企业以及规模以上非国有工业企业关于财务指标、总就业和所有权的企业层面数据。④本文借鉴Brandt et al.(2012)的序贯

① 虽然DVAR与TFP是对企业表现不同层面的刻画,但是现有文献普遍认为这两个指标具有高度的相关性(邵朝对和苏丹妮,2019;盛斌和王浩,2022)。

② 中国海关采用的商品分类标准在2002年以前为HS96,2002—2006年为HS02,2007—2011年为HS07,2012—2014年为HS12。

③ 考虑到2010年样本缺失存在严重质量问题,本文与寇宗来和刘学悦(2020)一致,删除了2010年的样本。

识别法,对海关与工业企业数据进行匹配与清洗处理。^③借鉴寇宗来和刘学悦(2020)的方法,本文将工业企业数据与来自国家知识产权局的专利申请数据进行匹配,实现了企业与专利的对应。这些数据包含1985年以来每次专利申请的详细信息,如申请日期、申请人、地址、专利名称和专利类型,本文也利用该数据库中的信息构造了技术互补指数。

2. 变量设置

(1)技术互补。Jaffe(1986)提出,利用创新主体在不同IPC技术领域中的专利数量构建技术结构向量,从而估计不同创新主体之间的技术相似度。在此基础上,Bloom et al.(2013)通过技术相似度刻画了企业间的技术溢出水平。然而,需要指出的是,基于技术相似性测算的技术溢出可能同时包含技术互补与技术竞争两个方面(郑江淮等,2023)。例如,当两个地区的专利主要集中在相同的IPC三位数技术小类中,这两个地区很可能生产类似的产品。这些地区之间的技术相似度较高,很可能存在技术竞争关系。相反,如果两个地区的技术分布集中在半导体这一技术大类中的不同技术小类,那么这两个地区从事的是不同的狭义定义的技术领域。虽然主要技术领域并不重叠,但由于其在同一技术大类下共享相同的语言和兼容的认知结构,两个地区更容易利用对方的技术资源实现互补,使用其中间产品进行本小类产品的生产。这一分类的前提是,不同技术大类之间的技术应被视为无关技术,无法用于同一产品的研发与生产。只有在同一技术大类下的不同技术小类之间,才可能形成生产研发中的互补关系。基于这一假设,技术互补性可以被表达为地区间技术大类的相似度减去同一技术小类中发生的相似关系。^①

(2)企业出口国内附加值率。出口国内附加值率反映了企业作为中间品需求者和供给者的相对重要程度,是全球价值链地位的重要体现(张杰等,2013;吕越等,2023)。与从国际分工上下游的角度相比,该指标更有助于了解在国际贸易中本国的真实收益(郑江淮和郑玉,2020)。^②

3. 特征事实

典型事实1:地区间生产与技术由集中向分散转变,技术互补逐渐形成。

中国制造业发展在地区间呈现出鲜明的以产业集群为基础的城市中心—外围发展特征。在出口导向的发展环境中,一些沿海城市凭借优质港口、地理位置、政策扶持以及不断优化的营商环境,成为企业投资建厂的首选。在此期间,沿海地区集聚了大量资本、优势劳动力和先进技术等重要生产要素,成为国内制造业与技术创新高地。内陆地区由于缺乏相应的工业基础、地理区位优势以及政策扶持,经济发展相对滞后。

然而,在非平衡的区域发展中,发达地区受到可用于生产和研发部门的土地、人才等要素供给约束,要素价格上升很快。同时,这些地区内的各行业产品市场竞争程度加剧,新的企业不断涌入,导致企业的平均利润率下降,甚至趋于零利润。在这种情况下,要素租金的上升将迫使该地区的企业转向要素价格较低的其他地区进行投资。正因如此,随着技术开发的复杂性与多样性需求日益增长,在单个中心城市进行生产与技术研发活动带来的竞争优势逐渐减弱,原先处于外围的地区凭借其已有的技术基础、相对充裕的建设用地资源以及低价的生产要素,得到了许多企业制造生产基地、研发中心分部外迁时的青睐^③,各地区之间的技术互补关系由此形成。同一产业中上下游的企业在地区间开始分散,各个产业的产能和技术来源从沿海少数地区变成由多地区供给,这在经济上

^① 具体计算过程参见《中国工业经济》网站(ciejournal.ajcass.com)附件。

^② 具体计算过程参见《中国工业经济》网站(ciejournal.ajcass.com)附件。

^③ 在此期间,陆续推出了“西部大开发”“中部地区崛起”“振兴东北”“长三角一体化”等区域协调发展战略,试图推动中国经济地理实现沿海与内陆以及沿海地区内部的工业互动,实现地区间均衡发展。

表现为跨地区生产与技术合作越来越多,产品生产中更广泛地使用了多地区的技术。为了更清晰地论证以上事实,本文根据各地级市制造业产值数据,利用赫芬达尔—赫希曼指数(HHI)来观察这一经济地理分布变化。^①结果显示,在样本期间不同技术层级的产业产值HHI先升后降,在2003年达到峰值,而后逐年下降,这表明现实与前文所述的逻辑一致,产值规模经历了集中到分散的变化。产业专利分布的HHI变化显示,高技术产业的专利HHI自2000年开始逐年下降,中高技术、中低技术以及低技术产业的HHI先升后降,这可能是由于随着产业发展,单个地区的技术难以支撑产业产品研发设计、组装与生产,同一产业内的技术越来越多地由不同地区组成,而这一现象在高技术产业中更为明显。

为了验证这一猜测,本文进一步观察了行业之间的技术互补差异。高技术产业与中低技术产业相比,其生产活动更为复杂,在产品的研发设计、生产工艺等环节对技术知识有着更高的需求。因此,高技术产业更有可能利用其他地区的外部公共知识来支持本地产业的生产。本文对不同行业在地区间的技术互补均值进行了测算,结果如表1所示,呈现了2014年(样本的最后一年)互补指数最高和最低的四个行业。结果显示,在地区间互补程度较高的行业主要包括仪器仪表制造业等高技术产业,互补程度较低的行业主要为皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业等中低技术产业。^②此外,本文进一步计算了各行业当年技术互补的 CR_4 指数^③,以反映地区间的集中度差异。结果表明,高技术产业的技术互补分布相对分散,而中低技术产业的技术互补则更为集中。这一发现表明,高技术产业中的各行业在更多地区发生了技术互补关系,且互补程度更高;而在中低技术产业中,技术互补关系仅在少数地区存在,并且互补程度较低。

表1 地区间技术互补的行业特征

高互补行业	均值	低互补行业	均值	低集中行业	CR_4	高集中行业	CR_4
仪器仪表制造业	0.617	皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业	0.017	专用设备制造业	0.019	皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业	0.314
电气机械和器材制造业	0.489	非金属矿物制品业	0.044	汽车制造业	0.020	化学纤维制造业	0.119
汽车制造业	0.485	化学纤维制造业	0.049	仪器仪表制造业	0.021	造纸和纸制品业	0.066
专用设备制造业	0.472	医药制造业	0.078	电气机械和器材制造业	0.021	纺织服装、服饰业	0.062

同一行业内生产与技术在地上的分散,意味着本地企业有更多机会与其他地区企业形成产能合作关系,吸收其他地区的外部技术知识,从而在地区间形成行业层面的技术互补关系。这种互补关系会对本地企业带来显著的正外部性。尽管许多研究关注本地创新能力和产业集群对本地企业的影响,但随着技术发展的多地区演化,本地与其他地区的技术互补变得愈发重要。然而,从这

① 赫芬达尔—赫希曼指数计算公式为: $HHI = \sum_{i=1}^n (y_i^j / y^j)^2$,其中, y_i^j 表示城市*i*行业*j*的当年产值, y^j 表示中国行业*j*的总产值。相关变化趋势图参见《中国工业经济》网站(ciejournal.ajcass.com)附件。

② 医药制造业由于其行业特性,对研发的要求极高,在国内只分布在少数几个地区,因此,其国家整体层面的互补性较弱。

③ $CR_4 = \sum_{i=1}^4 C_{ik} / \sum_{i=1}^n C_{ik}$,其中 C_{ik} 为*i*地区*k*产业与其他地区*k*产业的技术互补指数, $\sum_{i=1}^4 C_{ik}$ 表示全国*k*产业技术互补水平最高的四个城市之和, $\sum_{i=1}^n C_{ik}$ 为国内所有地级市*k*产业的技术互补之和。

一视角理解企业比较优势的讨论却相对较少。本文将地区间技术互补定义为外地技术来源与本地技术的互补适配性。在这一框架下,更多的技术互补意味着企业在生产中可以使用更多外地的相关技术和配套中间产品。

典型事实2:地区间技术互补与企业出口国内附加值率高度相关。

虽然地区间行业技术互补的测算是基于两个地区在特定行业内的发明专利申请信息,但需要注意的是,单个企业的研发活动占当地总量的比例极小,难以对其他地区的整体技术专利数量和发展方向产生显著影响。因此,地区间的技术互补性并非由单个企业的研发或出口活动决定的,而是由包括科研院校和企业在内的所有创新主体的研发活动所决定。从这一角度看,地区间技术互补对于企业发展是外生的。

进一步地,本文观察了地区间技术互补与企业出口国内附加值率的关系。结果表明^①,两者之间存在一定的相关关系,处于技术互补程度较高地区的企业其出口国内附加值率也相对较高。根据前文分析的逻辑,如果存在地区间互补效应,本地企业将主要从以下两方面受益:一方面,企业可使用的互补外部公共技术知识将显著增加,并可通过采用其他地区同行业的新技术和新设备提升生产率;另一方面,会有更多地区生产和研发的上游中间产品与本地产业形成互补,这将进一步提升中国出口企业使用国内中间产品投入的比重,从而增加企业出口国内附加值率。本文根据各城市技术互补的均值将样本分为高技术互补城市和低技术互补城市,并统计了不同组别中企业全要素生产率和国内中间产品投入比重的指标,如表2所示。结果显示,位于不同技术互补水平城市的企业在这两方面存在显著差异。

表2 不同技术互补城市的企业指标差异

变量	高技术互补城市		低技术互补城市		均值差异
	样本量	均值	样本量	均值	
全要素生产率	203129	1.9623	202364	1.7988	0.1635***
国内中间要素的使用比重	203129	0.5745	202364	0.5609	0.0136***

典型事实3:技术互补与地区间企业出口国内附加值率差距缩小。

基于美国数据的文献表明,过去二十多年间,前沿企业与落后企业在生产率、专利和产值等多方面的差距不断扩大(Andrews et al., 2016; Akcigit and Ates, 2023)。这种差距的扩大会抑制企业创新活力,并对整体经济增长产生不利的影响。地区间和行业内部的知识扩散强度不断下降被认为是解释这一现象的主要原因(Akcigit and Ates, 2023)。地区间知识扩散以专利信息为基础,这与本文所强调的地区间技术互补密切相关。因此,本文进一步考察了中国是否存在地区间企业差距扩大的现象,以及技术互补是否有助于缩小这一差距。结果显示^②,在样本期内,中国地区间技术互补水平逐年上升,而企业DVAR的离散度(以泰尔指数衡量)稳步下降,呈现出与技术互补的负相关关系。本文还观察了这种现象在地区上的变化,发现外围城市的技术互补增长速度更快,使得其与中心城市的技术互补差距逐渐缩小。同时,外围城市与中心城市企业DVAR差距^③也表现出相似的

① 具体参见《中国工业经济》网站(ciejournal.ajcass.com)附件。

② 具体参见《中国工业经济》网站(ciejournal.ajcass.com)附件。

③ 本文参考郑江淮等(2023),把国内创新技术复杂度排名前二十的城市定义为创新中心城市,其余地级市为外围城市。同时,以是否为省会城市定义中心城市,结论依然成立。

变化趋势,并与技术互补变化高度相关。这一现象在现有文献中尚未得到充分关注,本文将试图对此进行解释。

三、理论模型与假说提出

为了厘清研究技术互补对企业出口国内附加值率的影响及其可能的作用机制,本文构建了出口企业的中间产品采购理论模型,并据此提出研究假说。在该模型中,具有地区技术互补程度异质性的出口企业根据中间投入与自身全要素生产率进行生产决策,进而产生了差异化的出口国内附加值率。

1. 最终需求

遵循 Rodriguez-Lopez(2011)的设定,本文使用超越对数支出函数来刻画国外消费者对连续最终产品的需求:

$$\ln E = \ln U + a + \frac{1}{N} \int_{i \in \omega} \ln p_i di + \frac{\gamma}{2N} \int_{i \in \omega} \int_{j \in \omega} \ln p_{ij} (\ln p_j - \ln p_i) dj di \quad (1)$$

其中, E 表示代表性消费者为实现效用 U 所需支付的最低支出, N 表示国外代表性消费者可购买的异质性最终产品数量, p_i 为最终产品 $i \in \omega$ 的价格。 $a = \frac{1}{2\gamma N}$, γ 值大于零,越大意味着产品可替代性越强。需要说明的是, a 是 N 的减函数,表明如果所有商品的价格都是一样的,那么达到一定效用水平单种产品所需的支出随着产品种类 N 增加而减少,体现出超越对数支出函数的效用函数偏好多样性。

对于给定的收入水平 E 和支出函数(1)式,根据谢泼德引理,求得消费者对异质性最终产品 i 的需求:

$$q_i = \gamma \left(\ln \frac{\hat{p}}{p_i} \right) \frac{E}{p_i} \quad (2)$$

其中, $\hat{p} = e^{\frac{1}{N\gamma} \overline{\ln p}}$ 表示企业所能设定的产品最高价格, $\overline{\ln p} = \frac{1}{N} \int_{j \in \omega} \ln p_j dj$ 。

2. 最终产品生产

代表性企业的生产函数为:

$$Y_i = \phi_i(\varphi) K_i^{\alpha_K} L_i^{\alpha_L} M_i^{\alpha_M}, \alpha_K + \alpha_L + \alpha_M = 1 \quad (3)$$

其中, Y_i 、 ϕ_i 、 K_i 、 L_i 和 M_i 分别表示企业 i 的产出、全要素生产率、资本、劳动和中间品投入, α_K 、 α_L 和 α_M 分别表示资本、劳动和中间品投入的产出弹性。处于垄断竞争市场^①中的企业通过改造、集成来自国内和国外的连续中间产品来制造最终产品。中间投入由位于封闭区间 $[0, 1]$ 的连续中间产品组成,在整个生产过程中,本文把某一种中间产品视作这个区间中的一个点,并令每种中间产品 v 的使用密度为1,不同种类的中间产品替代弹性为 $\lambda > 1$ 。这与 Halpern et al.(2015)的设定类似,由此企业的总中间品投入价格 P_M 表示为:

① 这种市场结构隐含地假设,这个行业的特点不是由个别主导企业决定的。在本文这是一个合理的假设,因为即使是在狭义的细分产品分类下,也有来自不同地区的企业生产并出口该产品,并同时服务于同一全球市场。

$$P_M(\varphi) = \left[\int_0^1 z_i(\varphi, v)^{1-\lambda} dv \right]^{\frac{1}{1-\lambda}} \quad (4)$$

企业的生产率由 $\phi_i(\varphi)$ 表示, 取决于企业创新水平, 即其投入生产的发明技术。这些技术可以通过企业内部研发产生, 也可以从企业外部获得。企业本地该行业与其他地区该行业的技术互补程度 φ 越高, 意味其他地区拥有更多可供该地区行业企业所使用的行业内相近技术、关键生产设备, 企业可以利用这些与本企业相配套互补的外部公共知识提高自身生产率。进一步地, 由于不同企业所在地区的互补程度不同引致的企业生产率差异, 使得高生产率企业使用相同的中间投入数量可以生产出更多的最终产品, 所以企业的边际成本是生产率和技术互补程度的减函数。不失一般性, 令 $\phi_i(\varphi) = A_i e^\varphi$ 。

$z_i(\varphi, v)$ 表示企业对中间产品 v 的采购成本^①。由于每种中间产品 v 的使用密度为 1, 因此, $z_i(\varphi, v)$ 也代表中间产品 v 的单位价格。由于不同地区的互补程度差异以及中间投入与企业的匹配摩擦成本, 使得中间投入价格对不同企业具有差异性。一方面, 企业从国内或国外购买中间产品的价格受到技术互补的影响。地区之间的互补程度越高, 则可以认为在其他地区有着更多的企业从事与本地相近上下游技术或产品的研发与制造, 因此, 中间产品市场的竞争更激烈, 其购买价格也相对更低。另一方面, 企业观察到相同中间产品的国内外购买价格后, 还会受到一个离散参数为 θ 的 Frechet 分布调整成本冲击, 这个分布可以理解为将中间产品投入调整到生产过程中的意外成本。因此, 具有同等生产能力的企业可能会为相同的投入品种选择不同的供应地区。

根据从不同地区购买中间产品的条件, 出口企业从国内或国外选择成本最低的地区购买中间产品 v :

$$z_i(\varphi, v) = \min_{j=0,1} \{ p_{ij}(\varphi) \xi_{ij}(\varphi, v) \}, \quad \Pr(\xi_{ij}(\varphi, v) \geq t) = e^{-t^\theta}, \theta > 0 \quad (5)$$

出口企业通过求解(5)式中的采购问题, 从其购买成本最低的地区中采购品种 v 。地区 $j = 0, 1$ 为成本最低的概率:

$$\chi_{ij}(\varphi) = \frac{p_{ij}(\varphi)^{-\theta}}{\sum_{j=0}^1 p_{ij}(\varphi)^{-\theta}} \quad (6)$$

对于连续的中间投入品种和独立同分布的调整成本冲击, 大数定律表明, $\chi_{ij}(\varphi)$ 是地区 j 在企业中间投入中的份额。由此, 企业的总中间品投入价格 P_M 表示为:

$$P_M(\varphi) = \gamma \left[\sum_{j=0}^1 p_{ij}(\varphi)^{-\theta} \right]^{-1/\theta} \quad (7)$$

其中, $\gamma = \left[\Gamma \left(\frac{\theta + 1 - \lambda}{\theta} \right) \right]^{\frac{1}{\lambda-1}}$ 是由函数 $\Gamma(\cdot)$ 得到的常数。^② 令 $p_{i0}(\varphi) = \bar{p}_{i0} \varphi^{-1}$, \bar{p}_{i0} 为国内中间产品的基准价格, 这意味着如果企业所在地区与其他地区不存在技术互补, 只能以 \bar{p}_{i0} 的恒定高价从国内进行中间产品采购, 但如果企业所在地区行业与其他地区技术互补程度越高, 表明国内其他地

① 该条件意味着, 对于同一种中间产品, 企业可以同时从国内或国外进行采购选择, 国内国外产品质量相同, 只是对企业自身而言存在采购成本差异。

② 需要满足 $\theta + 1 - \lambda > 0$, 才能定义良好的价格指数。

区有越多的企业生产或研发可供本行业所使用的中间产品,因此,企业可以在国内以更低的价格获得该中间产品,即国内中间投入价格为技术互补的减函数。另外,由于本文重点研究国内地区间技术互补的变化,所以假定国内与国外的技术互补水平保持不变,国外中间投入价格为常数,设 $p_{i1}(\varphi) = \bar{p}_{i1}$ 。

由此,国内产品采用概率与企业的总中间投入价格可分别改写为:

$$\chi_{i0}(\varphi) = \frac{\varphi^\theta}{\varphi^\theta + \left(\frac{\bar{p}_{i1}}{\bar{p}_{i0}}\right)^{-\theta}} \quad (8)$$

$$P_M = \gamma \left(\bar{p}_{i0}^{-\theta} \varphi^\theta + \bar{p}_{i1}^{-\theta} \right)^{-1/\theta} \quad (9)$$

3. 均衡条件

此时,对于给定的资本价格 r 、劳动工资 w 以及由技术互补程度 φ 决定的中间品投入价格 P_M ,企业成本最小化决策条件为: $\min C = P_M M + wL + rK$, s.t. $Y_i = \phi_i(\varphi) K_i^{\alpha_k} L_i^{\alpha_l} M_i^{\alpha_m}$ 。可解得企业相应的生产成本表达式为: $C = \frac{Y}{\phi} \times \left(\frac{r}{\alpha_k}\right)^{\alpha_k} \left(\frac{w}{\alpha_l}\right)^{\alpha_l} \left(\frac{P_M}{\alpha_m}\right)^{\alpha_m}$ 且满足 $rK/\alpha_k = wL/\alpha_l = P_M/\alpha_m = C$ 。企业的边际成本 MC 为:

$$MC = \partial C/\partial Y = \frac{1}{\phi(\varphi)} \left(\frac{r}{\alpha_k}\right)^{\alpha_k} \left(\frac{w}{\alpha_l}\right)^{\alpha_l} \left(\frac{P_M}{\alpha_m}\right)^{\alpha_m} \quad (10)$$

由(2)式和(10)式,根据利润最大化条件,可解得企业的成本加成为: $\mu_i = \Omega\left(\frac{\hat{p}e}{MC}\right) - 1$, 其中, e 为自然对数; $\Omega(\cdot)$ 表示朗伯 W 函数, 并且满足 $\frac{\partial \Omega(x)}{\partial x} > 0$, $\frac{\partial^2 \Omega(x)}{\partial x^2} < 0$, $\Omega(0) = 0$, $\Omega(e) = 1$ 。由此,企业的总收益以及进口中间品价值占总收益的份额可表示为: $p_i y_i = \mu_i m c_i y_i = \mu_i c_i$, $\frac{P_M M \chi_{i1}}{p_i y_i} = \frac{P_M M(1 - \chi_{i0})}{(1 + \mu_i)c_i} = \frac{\alpha_m}{1 + \mu_i} (1 - \chi_{i0})$ 。

企业自由进入下的零利润条件。各地区行业中有许多(无限)潜在的进入者要进入市场,企业必须首先以地区异质的固定进入成本 F 进行初始投资。只要潜在进入者观察到在位企业具有正利润,就会有企业进入当地市场。因此,在均衡条件下,在位企业获得零利润,解得 $F = \mu_i MC y_i =$

$$\left[\Omega\left(\frac{\hat{p}e}{MC}\right) - 1 \right] \times \gamma \left[\ln \frac{\hat{p}}{\Omega\left(\frac{\hat{p}e}{MC}\right) MC} \right] \frac{E}{\Omega\left(\frac{\hat{p}}{MC} e\right)} = \gamma \left[\ln \frac{\hat{p}}{\Omega\left(\frac{\hat{p}e}{MC}\right) MC} \right] \left[E - \frac{E}{\Omega\left(\frac{\hat{p}}{MC} e\right)} \right] \frac{\partial F}{\partial \varphi} > 0$$
, 意味着,

技术互补程度越高的地区,企业进入成本越高。这一结论与前文介绍的地区间技术互补演变逻辑和特征事实相一致。尽管创新中心城市的技术互补水平更高,但是当这些城市的容量相对饱和时,土地、劳动力等资源的短缺导致要素价格上涨的现象更加严重,进而使得技术互补水平高的地区企业的进入成本也相应增加(叶宁华等,2014)。在这种情况下,更多企业将选择进入创新外围地区进行生产与研发等投资活动,从而促使这些地区的技术活动逐渐增加,表现出地区技术互补水平不断提升以及地区间技术互补水平差距缩小的特征(郑江淮等,2023)。

4. 企业出口国内附加值率

根据 Kee and Tang(2016),企业出口国内附加值率 $DVAR_i$ 可表示为:

$$\begin{aligned}
 DVAR_i &= \frac{P_i Y_i - P_M M(1 - \chi_{i0})}{P_i Y_i} = 1 - \frac{P_M M(1 - \chi_{i0})}{(1 + \mu_i)c_i} \\
 &= 1 - \frac{\alpha_m}{1 + \mu_i}(1 - \chi_{i0}) = 1 - \frac{\alpha_m}{\Omega \left[\frac{\tilde{p}}{mc(\varphi)} e \right] \varphi^\theta + \left(\frac{P_{i1}}{P_{i0}} \right)^{-\theta}} \left(\frac{P_{i1}}{P_{i0}} \right)^{-\theta}
 \end{aligned} \tag{11}$$

鉴于正单调变换并不改变函数的本质特性,等式两边同时取对数,并结合企业生产率函数和(8)式,可得:

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial \ln DVAR}{\partial \varphi} &= \underbrace{\zeta \frac{A_i e^\varphi}{\phi(\varphi)^2}}_{\text{生产率效应}>0} + \underbrace{\frac{\alpha_M}{\phi(\varphi)} \zeta \left(\frac{P_M}{\alpha_M} \right)^{-1} \gamma \left(\frac{P_{i0}}{P_{i1}} \right)^{-\theta} \varphi^\theta + \left(\frac{P_{i1}}{P_{i0}} \right)^{-\theta}}_{\text{中间投入效应}>0} \varphi^{\theta-1} + \frac{\theta \varphi^{\theta-1}}{\varphi^\theta}
 \end{aligned} \tag{12}$$

其中,

$$\frac{\partial \Omega \left[\frac{\tilde{p}}{mc(\varphi)} e \right]}{\partial \frac{\tilde{p}}{mc(\varphi)} e} \frac{\tilde{p}}{emc(\varphi)^2} \left(\frac{r}{\alpha_K} \right)^{\alpha_K} \left(\frac{w}{\alpha_L} \right)^{\alpha_L} \left(\frac{P_M}{\alpha_M} \right)^{\alpha_M} = \zeta$$

本文将技术互补对企业DVAR的影响机制分解为:①中间投入效应。产品是技术的直接体现,地区间技术互补在产品层面表现为各地区生产的不同基础材料和关键中间产品等重要投入与本地产品互补程度的提升。在国外中间产品的质量与价格保持不变的情况下,地区间技术互补程度越高,表明国内其他地区有更多企业生产或研发可供本行业使用的中间产品。随着技术水平的提高,相应地,这些中间产品的价格、质量与国外中间产品相比也会更有优势。因此,企业将会使用更多的国内中间产品,进而提高其出口产品的国内附加值率。②生产率效应。生产率是衡量企业经济效益和生产效率的关键指标,也是提高企业国内附加值率的关键环节。而企业所在地区与其他地区的技术互补程度将直接影响企业的生产率。位于技术互补水平较高地区的企业可以利用更多的互补技术知识,这意味着企业能够直接使用这些信息进行生产与研发活动,从而降低经营成本。在这种技术外部性作用下,企业不再需要完全依靠自身进行从无到有的原始创新,而是可以利用这些互补技术知识,提高技术水平与创新效率,通过组合和改进等方式开发出契合自身的新技术和新产品。综合看,地区间技术互补主要通过提高创新效率和降低成本等方式提高企业生产率,进而提升企业的出口国内附加值率。基于理论分析,本文提出:

假说1:地区间技术互补有助于提升企业出口国内附加值率。

假说2:地区间技术互补主要通过增加国内中间产品使用和提高企业全要素生产率来促进企业出口国内附加值率的提升。

四、实证分析

1. 模型设定

本文回归模型设定如下:

$$dvar_{ijkt} = \beta_0 + \beta_1 C_{jkt} + \beta_2 Controls_{ijkt} + \mu_t + \mu_i + \varepsilon_{ijkt} \tag{13}$$

其中, C_{jkt} 表示 t 年 j 城市 k 行业与其他城市 k 行业的技术互补程度, $dvar_{ijkt}$ 表示 t 年 j 城市 k 行业 i 企业出口的国内附加值率。 μ_i 和 μ_t 分别为年份、企业固定效应, ε_{ijkt} 为随机误差项。标准误在企业层面进行聚类。 $Controls_{ijkt}$ 是可能对地区技术互补与企业出口附加值率同时产生影响的控制变量, 主要包括: 外资比例, 以外商资本加港澳台资本占企业实收资本的比例度量; 国资比例, 以国家资本占企业实收资本的比例度量; 企业规模, 用企业就业人数取对数表示; 企业年龄, 将当年年份减去企业开业年份再加 1 得到企业年龄; 固定资产规模, 使用企业固定资产总额的对数表示; 资本密集度, 采用企业总资产与企业年就业人数的比值, 并取对数形式来表征; 一般贸易出口比重, 以企业一般贸易出口额占总出口额的比重度量; 企业专利以企业当年所申请的发明专利数量加 1 取对数度量; 地区专利以企业所在地区该行业当年申请的发明专利总数加 1 取对数度量。对于连续性变量, 本文进行上下 0.5% 分位数缩尾处理。^①

2. 基准回归

表 3 汇总了基准估计结果。第(1)列报告了仅包含固定效应的 OLS 估计结果。第(2)列报告了附加控制变量的 OLS 估计结果, 发现技术互补的估计系数在 1% 的水平上显著为正。这一结果表明, 一个地区行业与其他城市该行业的技术互补程度每增加 1 个单位, 该地区行业内企业出口附加值率增加 0.0233 个单位。一个可能的疑虑是, 地区之间的技术互补差异只是因为当地具有更多的行业内细分产业集聚或是更多的专利申请, 在这种情况下, 技术互补程度的提升可能是本地行业能力及其溢出效应的提升, 而不是与其他地区的互补性提高。因此, 本文参考邵朝对和苏丹妮(2019)的方法, 计算了三位码行业的产业集聚指标, 同时控制了地区层面的产业集聚水平与该产业发明专利申请总数, 结果依然稳健。最后, 考虑到同一城市中相同行业企业出口国内附加值率可能存在相关性, 并且可能在同一年面临相同的冲击, 本文在第(4)列报告了城市—行业层面聚类的标准误结果, 系数依然显著。这表明, 即使考虑到地区内企业间 DVAR 的相关性, 也不会改变本文的结论。

表 3 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	DVAR	DVAR	DVAR	DVAR
技术互补	0.0152** (0.0072)	0.0233*** (0.0071)	0.0202*** (0.0071)	0.0202* (0.0109)
产业集聚			-0.0002*** (0.0001)	-0.0002* (0.0001)
地区专利			0.0035*** (0.0005)	0.0035*** (0.0007)
控制变量	否	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是
观测值	405493	405493	405493	405493
R ²	0.5711	0.5790	0.5791	0.5791

注:***、**和*分别表示在 1%、5% 和 10% 的水平上显著; 以下各表同。第(1)—(3)列标准误聚类在企业层面, 第(4)列标准误聚类在地级市层面。

① 变量描述性统计参见《中国工业经济》网站(ciejournal.ajcass.com) 附件。

3. 稳健性检验

本文进行一系列稳健性检验,包括增加潜在的遗漏变量、剔除跨市迁移的样本、排除异地研发的影响、使用安慰剂检验、计算企业上游度考察企业在全价值链其他维度的影响并讨论了地区间技术互补对企业长期影响。结果显示,本文基准回归结果稳健。^①

4. 工具变量分析

尽管前文通过控制可能遗漏的变量与更换样本等方式努力克服内生性,但是一些不易观测的变量遗漏、测量误差以及反向因果等问题仍然存在。本文将介绍利用工具变量解决这些困难的经验策略。

本文使用城市所在省份与其他省份产业政策差异与城市市场可达性的乘积作为工具变量,该工具变量的逻辑如下:地区与其他城市的技术互补效应,由自身技术水平(与政策支持相关)和与其他城市的互联互通程度(与市场可达性相关)共同决定。余明桂等(2016)发现,中国以“五年规划”为代表的产业政策对于被鼓励行业中企业创新数量的增加具有显著的推动作用。可以认为,在一定程度上,本地政府与其他地区政府相比对某行业的支持力度越大,则当地该行业发展水平越高,在该行业的技术布局深度与宽度更大,因此也有可能与其他地区发生技术互补;反之,如果一地区行业技术存量很少,那么该地区与其他地区在同一技术大类中的技术近邻度越低,发生技术互补的可能性越小。另外,市场可达性也是发挥地区间技术互补效应的重要条件,其有助于城市间人员和信息的快速流动并为产品运输提供便利性,反映了该地区与其他不同经济规模城市之间联系的便利水平,与技术互补概念中地区间互联互通的含义相近。参考包群等(2023),本文利用各省份“五年规划”(即“九五”计划、“十五”计划、“十一五”规划、“十二五”规划)中对各行业^②的态度表述计算省级产业政策差异。首先,对于“五年规划”中相应产业表述的态度分为鼓励、中性、抑制,分别赋值为3、2、1,作为基础态度;其次,考虑地方和中央两级政府部门对特定行业的支持程度,若该行业属于省级重点支持行业或国家级重点支持行业,则各再加1,由此得到各省份相应行业的政策支持态度;最后,将产业政策态度差异定义为该省份支持态度与所有省份该产业支持态度均值的比值。因此,本文工具变量构造的表达式为:
$$IV_{jkt} = \frac{policy_{pkt}}{\left(\sum_p policy_{pkt}/31\right)} \times marketaccess_j$$
^③其中, $policy_{pkt}$ 为j城市所在省份p对于k行业在t年的支持态度, $marketaccess_j$ 表示j城市在t年的市场可达性。

当然,2SLS结果有效性的前提假设是,在给定控制变量的条件下,工具变量满足排他性。为了缓解对基本假设的担忧,本文进行了四组测试,以检验工具变量是否会通过其他维度对企业DVAR产生直接影响。首先,本文观察工具变量是否影响企业所面临的市场竞争水平^④、所获政府补贴以及劳动生产率。产业政策通常通过吸引新企业投资和增加财税激励,带动本地企业的发展(余明桂等,2016)。如果一个省份对特定产业的支持态度相对于其他省份更加积极,不仅本地企业会得到更多的政府补贴和税收返还,而且也会吸引更多新企业进入,使得本地市场竞争环境更加激烈。然而,安慰剂的结果表明,以产业政策与市场可达性相乘所得到的工具变量与上述方面并不存在相关性。其次,本文担心工具变量影响了企业的进口投入比重,因为市场可达性可能通过货运时间和运输成本对企业的进口投入比重产生影响。回归结果缓解了对这一假设的担忧,显示工具变量与企业进口投入比

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

② 该行业定义为国民经济二分位行业。

③ 分母中除以31是因为样本中共有31个省(区、市)的数据。

④ 市场竞争水平以企业主营业务收入占所在地区行业总主营业务收入的平方和度量。

重没有显著相关性。这些安慰剂检验表明^①,产业政策与市场可达性的乘积是一个合理的工具变量。

表4报告了工具变量的相关结果。由第(1)列的第一阶段结果可以发现,F统计量远大于10,这与预期的结果一致,表明工具变量与地区技术互补之间存在很强的正相关关系。第(2)、(3)列分别汇报了工具变量的简约式与2SLS估计结果。结果显示,当地区间技术互补水平提升1个单位时,企业DVAR将增加约0.21个单位,这一效应约为基准回归估计值的10倍。本文还进一步控制了省份—年份固定效应以及安慰剂检验中使用的变量,以缓解因企业所在省份为保持政策连贯性而颁布其他政策带来的经济影响。将上述所有变量同时纳入回归方程发现,2SLS回归的系数为0.2140(见第(4)列),这与第(3)列结果基本一致。考虑到在2000—2014年期间,地区间技术互补平均增加了0.18个单位,那么根据第(4)列的估计,企业出口国内附加值率将会增加3.8($\approx 0.18 \times 0.2140 \times 100$)个百分点,这相当于解释了2000—2014年中国企业DVAR变化的25%。^②

表4 工具变量估计结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	Fisrt Stage	Reduced Form	2SLS	2SLS
工具变量	0.0152*** (0.0036)	0.0719*** (0.0026)		
技术互补			0.2112*** (0.0501)	0.2140*** (0.0501)
安慰剂变量	否	否	否	是
省份—年份固定效应	否	否	否	是
K-P rk Wald F	747.41			
观测值	405493	405493	405493	405493
R ²	0.5791	0.8637	0.0157	0.0270

注:以上回归均控制了与基准回归中一致的控制变量、企业固定效应以及年份固定效应。标准误控制在企业层面。

本文进一步地放宽了传统工具变量估计的模型设定,采用两种常见的方法来处理工具变量问题:①采用Conley et al.(2012)提出的近乎外生(Plausibly or Approximately Exogenous)IV估计方法。在这种方法中,工具变量还会通过一个遗漏变量对被解释变量产生影响,其参数具有一定的取值范围或先验分布,然后根据参数的先验信息构造出回归系数的置信区间,以检验在工具变量非完全外生时估计结果的稳健性。②使用Kiviet(2020)开发的奇异最小二乘法(Kinky Least Squares, KLS)。与传统的2SLS方法完全依赖于工具变量不同,KLS方法不依赖于工具变量,其通过将内生变量与误差项的可接受相关性限制在合理范围内,从而纠正OLS估计的偏误。在重新估计结果时^③,发现本文工具变量的估计结果不完全依赖于排他性假定,即使存在近乎外生的可能性,技术互补对企业DVAR的估计系数仍显著。

① 安慰剂检验结果参见《中国工业经济》网站(ciejournal.ajcass.com)附件。

② 经测算,2000—2014年中国企业DVAR平均提高了0.1521。

③ 详细回归结果参见《中国工业经济》网站(ciejournal.ajcass.com)附件。

五、机制与异质性分析

1. 机制分析

结合前文的分析,本文认为技术互补可能从增加国内中间产品使用强度和提高企业生产率两个方面促进企业价值链地位的提升。在此部分,本文通过直接对机制变量进行回归为机制的存在性提供经验证据。

(1)企业产品生产能力是以技术为前提的。在产品分工背景下,地区技术互补程度的提升,意味着各地区在相关领域进行技术吸收再发现,国内产品生产上下游将具有更强的中间产品生产能力,提供更多种类、更高质量且与本地企业相配套的国内中间产品,同时也将推动国内中间产品与国外产品相比的价格降低。因此,国内出口商将更多地使用国内中间产品,逐步实现对国外中间产品的替代,从而在出口产品中含有更多国内附加值,最终表现为企业在全价值链上的分工地位明显提升。参考高翔等(2018),本文使用的国内中间要素金额占企业销售收入的比重来度量企业国内中间产品使用强度,其中,国内中间要素金额等于企业总中间投入减去企业国外中间产品的总进口额^①。表5第(1)列汇报了国内中间品使用强度的回归结果,发现地区行业间技术互补程度提升1个标准差,企业使用国内中间产品的比重提升约18.07%($\approx 0.0127 \times 0.1423 \times 100$)。此外,国产替代意味着企业将会在更大范围内对国内同一行业进行中间产品采购,进而表现为国内其他地区同一行业的国内销售额提升。为了验证这一假设,对技术互补与国内销售额^②进行回归分析(见第(2)列),结果进一步证实了本文的观点。结合两组回归结果可以发现,国内中间产品使用强度的提高是通过出口企业将上游供应链从国外向国内转移实现的,这不仅带动了国内其他地区相关企业的发展,促进了地区间的共生共长,而且在国际供应链断供频发的背景下,技术互补增强了企业应对外部冲击的能力。

(2)企业全要素生产率直接影响企业出口决策与产品出口国内附加值率(Kee and Tang, 2016)。一方面,技术互补意味着地区间生产空间和技术空间的邻近性。为了降低成本并最大化利润,当地企业倾向于将其研发或产品分工的某些环节转移到互补地区,与其他地区进行技术合作或产能合作。与本地生产或研发相比,承接产能或技术合作的地区通常具有更低的要素成本,这是由其专业化特质所致。在这种互补过程中,企业实现了技术进步和内部资源的优化配置,进而提升全要素生产率。另一方面,地区技术互补意味着其他地区已经有企业率先发现与本行业密切相关的技术或产品创新范式。正如前文所述,大部分制造业企业的技术来源经历了由地理集中到分散的变化,这意味着企业生产所需的技术不仅来自本地区,更源自其他地区。这使得当企业从事在相同领域高度互补的生产与研发工作时,更容易利用现有的互补技术,在工艺创新、产品创新或多样性上有更快地拓展,从而表现出更高的创新效率和生产率。创新效率是企业生产率的重要组成部分,在这里本文分别对企业生产率^③和创新效率进行回归。创新效率的测算参考Hirshleifer et al.(2013)的方法,以企业单位研发费用所转化的发明专利申请数量度量,这一方法体现了创新投入与产出之间的转化效率,更有助于体现企业基于互补技术通过修补、改进与组合等方式研发从而提高效率的内

^① 考虑到难以获得国内中间产品价格的数据,在实证中使用国内中间产品贸易比重作为替代。

^② 国内销售额的计算方法为国内该行业除本地外所有企业的销售收入减出口收入的总和。

^③ 考虑到工业企业数据中存在企业退出现象,本文使用OP法对企业全要素生产率进行测算,该方法有助于解决非平衡面板数据和企业退出导致的样本选择性偏差问题。

涵。表5第(3)、(4)列的结果验证了前文的假说。通过对不同方面的交叉验证,本文发现地区间技术互补确实对企业的生产率产生了显著的促进作用。

表5 机制分析结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	国内中间要素比重	其他地区国内销售金额	企业生产率	创新效率
技术互补	0.0127*** (0.0039)	0.1327*** (0.0165)	0.5456** (0.0058)	0.0105** (0.0052)
控制变量	是	否	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
企业固定效应	是	否	是	是
城市/行业固定效应	否	是	否	否
观测值	405393	33414	405493	97983
R ²	0.6683	0.9661	0.6908	0.7666

2. 异质性分析

为了更加清晰深入地理解地区间技术互补对企业价值链地位攀升的影响,本文将进行一系列异质性分析。

(1)企业的人力资本水平是影响企业吸收地区间技术互补外部性的重要因素。在实证中,人力资本水平对技术互补效应的影响存在不同可能性。从技术发现角度看,当企业的人力资本水平较高时,其更具有开展技术研发的能力,也更擅长主动寻找、识别那些与自身产品和技术领域互补的技术来源主体或是供应商,从而为企业自身发展提供资源基础(Tombe and Zhu, 2019)。当企业人力资本水平较低时,即使面对相同的外部技术知识空间,其技术发现的成功可能性也更低。从知识扩散视角看,当企业人力资本水平较高时,意味着企业在相关技术领域很可能已经接近业内技术“天花板”,与其他企业、地区发生技术互补虽然有助于其拓宽创新空间,但其效应较为有限;而落后企业更有可能吸收模仿来自市场领先者的技术扩散,从而表现出更为明显的技术互补效应。分组回归结果如表6第(1)、(2)列所示,技术互补效应在人力资本高低企业组中均显著,这说明技术发现与知识扩散效应同时存在,但知识扩散效应更强,有助于缩小企业之间的差距。

表6 异质性分析结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	人力资本低	人力资本高	创新外围	创新中心	可达性低	可达性高
技术互补	0.2894*** (0.0826)	0.1942** (0.0774)	0.2791** (0.1099)	0.1350*** (0.0501)	0.1666*** (0.0552)	0.3218** (0.1271)
控制变量	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
观测值	208380	186131	216590	186516	213943	173173
R ²	0.0079	0.0250	0.0042	0.0295	0.0256	0.0043

注:由于在分组回归中,ivreghdfe命令会自动删除只有1年观测值的样本,这使得各组别的回归样本不一致。

(2)考察技术互补效应在地区之间的差异。一些地理条件、创新禀赋优越的地区在率先成为创新中心城市之后,出于技术领域发展多样性与复杂性以及降低研发成本的原因,单个城市中集聚的创新要素难以承载技术开发的需要,会逐渐将制造与研发部门迁出,与其他地区形成技术互补关系。此时,创新外围城市将参与更多中心城市主导的技术分工与产业分工,加快提升了外围城市技术水平与产品竞争力。为此,本文认为技术互补对创新外围地区将会有更大促进作用。参考郑江淮等(2023)方法,本文计算了中国20个创新中心城市,根据企业是否处于创新中心城市进行分组回归。表6第(3)、(4)列结果显示,地区间技术互补的价值链地位提升效应对于创新中心和创新外围地区的企业均具有显著影响,且对创新外围地区的提升效应更大。

(3)市场分割是阻碍技术互补效应发挥的重要因素,其不仅会阻碍地区间的技术扩散与合作的发生,而且还会因为地理、行政等因素影响两地的投资、贸易往来,不利于地区间创新链与供应链的串联。交通基础设施是影响国内市场一体化发生的重要一环(Faber, 2014),如果地区交通基础设施建设比较发达,其更有利于与其他地区实现人员、物流上的互联互通,从而在地理上消除了地区市场分割的可能性。参考吴群锋等(2021)的做法,本文以城市交通基础设施建设的视角测算地区层面的市场可达性指标,用于反映城市间的市场一体化水平差异。表6第(5)、(6)列分组回归结果发现,在市场一体化程度更高的地区,技术互补对企业价值链攀升的促进效应更强。

上述异质性分析可以回应前文特征事实部分所发现的现象。地区间技术互补确实在缩小企业差距方面发挥了重要作用,其主要是通过缩小中心与外围地区以及人力资本前沿企业与落后企业之间的差距而实现的。这与Akcigit and Ates(2023)的发现有所不同:美国的技术扩散程度逐年下降,导致企业生产率差距不断扩大,前沿企业和落后企业之间的劳动生产率差距也不断增加。对此差异可能的解释是,由于中国政府不断推进地区间一体化与创新型国家建设,市场分割现象逐年减少,从而促进了地区间技术互补效应的发挥。异质性分析的回归结果验证了本文的观点,丰富了Akcigit and Ates(2023)所提及的技术扩散对企业间、地区间差距影响机制在中国情境下的讨论。

3. 进一步讨论:价值链攀升的市场表现

以上结果表明,地区间技术互补对企业在全球价值链中的地位提升具有重要的经济意义和显著的影响。这种效应可以通过提高企业生产率和增加国内中间产品使用强度来解释。然而,企业在全价值链攀升过程中受益于地区间技术互补的外部性,在市场中的具体表现仍不明确。有文献指出,一国产品空间的复杂性代表了该国生产、创新与技术水平的先进性(Hidalgo et al., 2007),这一点同样适用于企业。通常,陷入全球价值链俘获阶段的企业往往表现出产品多样性低下的情况,即产品集中在技术质量要求不高的领域,种类单一且出口目的国集中在少数国家(吕越和邓利静, 2020)。因此,实现全球价值链攀升的企业应表现出产品质量与复杂性的提升、产品范围的扩大以及出口目的国增加等特征。此外,由于市场势力的提升,这些企业的出口产品成本加成也会相应增加。

本文参考邵朝对和苏丹妮(2019)的方法,基于企业产品出口价格、数量与出口目的国等信息测算了企业层面的出口产品质量。产品范围与出口目的地分别以企业当年出口的HS6位码出口产品种类与出口目的地数量度量。企业成本加成采用De Loecker and Warzynski(2012)提出的生产函数估计方法进行估算。表7的回归结果验证了本文的猜测,技术互补的回归系数均在1%的水平上显著。这表明,技术互补不仅为企业提供了良好的外部创新技术,使其产品质量得以提升,更使得企业因获得更多的创新资源实现产品技术发现,拓宽了产品范围与出口范围,有效地促进了企业成本加成的提高,而这些均是企业全球价值链攀升的微观表现。

表7 价值链攀升的市场表现

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	企业产品质量	出口产品数量	出口国家数量	企业成本加成
技术互补	0.0111*** (0.0023)	2.8588*** (0.2869)	0.7107*** (0.2304)	0.0139*** (0.0036)
控制变量	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是
观测值	405493	405493	405493	405493
R ²	0.8323	0.7911	0.8779	0.5655

六、结论与政策启示

本文从出口国内附加值率的角度,探讨了地区间技术互补对企业全球价值链地位攀升的影响及其作用机制。研究结论主要如下:①地区间技术互补显著提升了地区内企业的全球价值链地位,这一结论不因遗漏变量、企业迁移、企业异地研发等问题而改变。使用基于省份间产业政策差异与地区市场可达性的乘积构造工具变量发现,地区间技术互补水平每增加1个单位,将会促进企业出口国内附加值增加约0.2个单位。通过测算发现,2000—2014年中国地区间技术互补水平的提升解释了约25%的中国企业DVAR增长,进一步强化了本文研究结论的经济意义。②技术互补的企业全球价值链地位提升效应主要是通过提高企业全要素生产率与增加企业国内中间产品投入比重等机制实现的,企业全球价值链攀升的具体表现主要是在出口产品种类与质量、出口目的国数量和成本加成等方面均有增加。③异质性分析发现,技术互补的促进效应对人力资本水平较低的企业以及处于创新外围地区的企业更强,缩小了中心与外围地区以及人力资本前沿企业与落后企业之间的差距。另外,为了检验技术互补的发生依赖于技术扩散的逻辑,本文发现技术互补对市场一体化水平更高地区的促进效应更大。由此,本文解释了技术互补为什么会促进企业全球价值链地位攀升以及如何缩小企业差距进而促进地区均衡发展。在政策推行中,需要重视以下方面:

(1)进一步发挥国内地区间技术互补的特殊比较优势,推动国内企业实现全球价值链攀升。本文发现,随着中国各地区创新能力的显著提升,国内技术与生产活动在地区间呈现出逐渐分散的演变趋势。与许多要素资源相对有限的发达国家相比,中国在不同地理空间上通过各地区的创新互动,正逐渐形成分工有序、优势互补的技术创新体系和动态的产业分工格局,展现了独特的优势。为此,有关部门应建立和完善区域间的技术交流与合作平台,促进各地区的科研机构、企业、高校等创新主体之间的合作。加大对跨区域技术合作项目的财政支持力度,鼓励以企业为主导的跨区域技术研发和应用模式,为进一步发挥地区间技术互补的外部性提供制度支撑。

(2)在激励创新的同时,政府部门应在全国范围内进行合理规划与引导。各地区若“潮涌式”进入相同产业开展创新活动,不仅可能导致地区间低效的要素竞争,进而引致国家整体性的要素错配,还会在产业“退潮期”造成大规模的落后僵尸企业,为当地经济转型带来沉重负担。因此,政府部门应优化技术创新政策环境,降低企业创新成本,提高各类创新主体的积极性;同时,鼓励各地区吸引更多来自国内其他地区及国外的创新要素,开展有针对性的技术创新活动,并结合自身主导产业与技术基础,因地制宜发展具有本地优势的新质生产力。这不仅有助于提升本地创新能力,而且也能够通过提升地区间技术互补水平,为国内其他地区提供整体性的技术外部性。

(3)加快构建全国统一大市场,更好地发挥地区技术互补的经济效应。本文的核心观点是,地区间技术互补是企业实现全球价值链攀升的重要动力源,其主要通过跨地区要素流动引致的企业全要素生产率提升、增加国内中间产品使用等机制实现。然而,地区间的市场分割现象不仅会严重影响企业对技术互补引致TFP提升效应的吸收,也会阻断企业对跨地区中间产品的采购。因此,在国外关键核心产品断供的背景下,需要更大力度支持国内中间产品分工,加快畅通国内大循环,充分发挥地区间技术互补带来的技术扩散和中间产品采购效应,以促进地区间的均衡发展。

本文主要从中国国内地区间技术互补的视角探讨了技术外部性对本地企业贸易发展的影响。但强调国内技术互补的重要性并不意味着放弃国际技术互补。相反,随着国家在更大范围、更宽领域、更深层次推进对外开放,国际技术互补也同样重要。未来的研究可以考虑从国际技术互补对中国出口企业研发中心布局、产品采购、供应链调整等方面进行拓展。

〔参考文献〕

- [1]包群,但佳丽,王云廷.国内贸易网络、地理距离与供应商本地化[J].经济研究,2023,(6):102-118.
- [2]范剑勇.市场一体化、地区专业化与产业集聚趋势——兼谈对地区差距的影响[J].中国社会科学,2004,(6):39-51.
- [3]范子英,周小昶.财政激励、市场一体化与企业跨地区投资——基于所得税分享改革的研究[J].中国工业经济,2022,(2):118-136.
- [4]高翔,刘啟仁,黄建忠.要素市场扭曲与中国企业出口国内附加值率:事实与机制[J].世界经济,2018,(10):26-50.
- [5]寇宗来,刘学悦.中国企业的专利行为:特征事实以及来自创新政策的影响[J].经济研究,2020,(3):83-99.
- [6]陆铭,向宽虎,李鹏飞,李杰伟,钟粤俊.分工与协调:区域发展的新格局、新理论与新路径[J].中国工业经济,2023,(8):5-22.
- [7]吕越,邓利静.全球价值链下的中国企业“产品锁定”破局——基于产品多样性视角的经验证据[J].管理世界,2020,(8):83-98.
- [8]吕越,谷玮,尉亚宁,包群.人工智能与全球价值链网络深化[J].数量经济技术经济研究,2023,(1):128-151.
- [9]刘志彪,孔令池.从分割走向整合:推进国内统一大市场建设的阻力与对策[J].中国工业经济,2021,(8):20-36.
- [10]李自若,杨汝岱,黄桂田.中国省际贸易流量与贸易壁垒研究[J].经济研究,2022,(7):118-135.
- [11]盛斌,王浩.银行分支机构扩张与企业出口国内附加值率——基于金融供给地理结构的视角[J].中国工业经济,2022,(2):99-117.
- [12]邵朝对,苏丹妮.产业集聚与企业出口国内附加值:GVC升级的本地化路径[J].管理世界,2019,(8):9-29.
- [13]余明桂,范蕊,钟慧洁.中国产业政策与企业技术创新[J].中国工业经济,2016,(12):5-22.
- [14]吴群峰,刘冲,刘青.国内市场一体化与企业出口行为——基于市场可达性视角的研究[J].经济学(季刊),2021,(5):1639-1660.
- [15]叶宁华,包群,邵敏.空间集聚、市场拥挤与我国出口企业的过度扩张[J].管理世界,2014,(1):58-72.
- [16]张杰,陈志远,刘元春.中国出口国内附加值的测算与变化机制[J].经济研究,2013,(10):124-137.
- [17]郑江淮,陈喆,冉征.创新集群的“中心—外围结构”:技术互补与经济增长收敛性研究[J].数量经济技术经济研究,2023,(1):66-86.
- [18]郑江淮,郑玉.新兴经济大国中间产品创新驱动全球价值链攀升——基于中国经验的解释[J].中国工业经济,2020,(5):61-79.
- [19]Aghion, P., A. Bergeaud, M. Lequien, and M. J. Melitz. The Heterogeneous Impact of Market Size on Innovation: Evidence from French Firm-level Exports[J]. Review of Economics and Statistics, 2024, 106 (3): 608-626.

- [20] Alfaro-Urena, A., I. Manelici, and J. P. Vasquez. The Effects of Joining Multinational Supply Chains: New Evidence from Firm-to-Firm Linkages[J]. *Quarterly Journal of Economics*, 2022, 137(3): 1495–1552.
- [21] Akcigit, U., and S. T. Ates. What Happened to US Business Dynamism[J]. *Journal of Political Economy*, 2023, 131(8): 2059–2124.
- [22] Andrews, D., C. Criscuolo, and P. N. Gal. The Best Versus the Rest: The Global Productivity Slowdown, Divergence across Firms and the Role of Public Policy[R]. OECD Productivity Working Paper, 2016.
- [23] Boehm, J., S. Dhingra, and J. Morrow. The Comparative Advantage of Firms[J]. *Journal of Political Economy*, 2022, 130(12): 3025–3100.
- [24] Bloom, N., M. Schankerman, and J. Van Reenen. Identifying Technology Spillovers and Product Market Rivalry[J]. *Econometrica*, 2013, 81(4): 1347–1393.
- [25] Brandt, L., J. Van Biesebroeck, and Y. Zhang. Creative Accounting or Creative Destruction? Firm-level Productivity Growth in Chinese Manufacturing[J]. *Journal of Development Economics*, 2012, 97(2): 339–351.
- [26] Costinot, A. On the Origins of Comparative Advantage[J]. *Journal of International Economics*, 2009, 77(2): 255–264.
- [27] Conley, T. G., C. B. Hansen, and P. E. Rossi. Plausibly Exogenous[J]. *Review of Economics and Statistics*, 2012, 94(1): 260–272.
- [28] Coşar, A. K., and P. D. Fajgelbaum. Internal Geography, International Trade, and Regional Specialization[J]. *American Economic Journal: Microeconomics*, 2016, 8(1): 24–56.
- [29] De Loecker, J., and F. Warzynski. Markups and Firm-level Export Status[J]. *American Economic Review*, 2012, 102(6): 2437–2471.
- [30] Faber, B. Trade Integration, Market Size, and Industrialization: Evidence from China's National Trunk Highway System[J]. *Review of Economic Studies*, 2014, 81(3): 1046–1070.
- [31] Halpern, L., M. Koren, and A. Szeidl. Imported Inputs and Productivity[J]. *American Economic Review*, 2015, 105(12): 3660–3703.
- [32] Hidalgo, C. A., B. Klinger, A. L. Barabási, and R. Hausmann. The Product Space Conditions the Development of Nations[J]. *Science*, 2007, 317(5837): 482–487.
- [33] Hirshleifer, D., P. H. Hsu, and D. Li. Innovative Efficiency and Stock Returns[J]. *Journal of Financial Economics*, 2013, 107(3): 632–654.
- [34] Jaffe, A. B. Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms' Patents, Profits, and Market Value[J]. *American Economic Review*, 1986, 76(5): 984–1001.
- [35] Kee, H. L., and H. Tang. Domestic Value Added in Exports: Theory and Firm Evidence from China[J]. *American Economic Review*, 2016, 106(6): 1402–1436.
- [36] Kiviet, J. F. Testing the Impossible: Identifying Exclusion Restrictions[J]. *Journal of Econometrics*, 2020, 218(2): 294–316.
- [37] Rodriguez-Lopez, J. A. Prices and Exchange Rates: A Theory of Disconnect[J]. *Review of Economic Studies*, 2011, 78(3): 1135–1177.
- [38] Tombe, T., and X. Zhu. Trade, Migration, and Productivity: A Quantitative Qnalysis of China[J]. *American Economic Review*, 2019, 109(5): 1843–1872.

Inter-regional Technological Complementarity, Balanced Development and Corporate Global Value Chain Climbing

ZHENG Jiang-huai^{1,2}, JIN Sheng-nan²

(1. Yangtze River Delta Economics and Social Development Research Center, Nanjing University;

2. School of Economics, Nanjing University)

Abstract: Over the past four decades of economic development, the innovation resources and capabilities of China's regions have been accumulated, upgraded, and expanded significantly. However, due to the increasing complexity and diversity of technological development and the limited capacity of individual cities to absorb innovation resources, technological complementarities between regions have gradually emerged. At the same time, the production process of products in global value chains (GVCs) is becoming increasingly fragmented, with the parts and components for product production increasingly being reallocated to geographical areas with different strengths. This trend provides an important technological basis for inter-regional coordination of the domestic division of labor through technological complementarities, reducing duplicative competition and thus facilitating GVC climbing.

This paper constructs a theoretical model based on the sourcing of intermediate products by export enterprises based on characteristic facts, and argues that the impact of inter-regional technological complementarities on enterprises' GVC climbing is mainly realized through two channels. First, inter-regional technological complementarities increase the productivity of local enterprises; second, inter-regional technological complementarities enable local enterprises to source more intermediate inputs from domestic sources in production. This paper uses the 2000–2014 China Industrial Enterprise Customs Database and the China Patent Database to validate the conclusions of the model from the perspective of the domestic value added rate in exports. The results suggest that inter-regional technological complementarities increase firms' domestic value added rate in exports, explaining about 25% of the growth in Chinese firms' DVAR over the period 2000–2014. The main realization mechanism is to increase firms' share of domestic intermediate inputs and improve their total factor productivity. The heterogeneity analysis shows that the promotion effect of technological complementarities is stronger for firms with lower human capital and firms located in innovative peripheral regions with high market accessibility, effectively playing the role of narrowing inter-firm and inter-regional gaps and thus promoting balanced regional development. Finally, this paper discusses the specific market performance of firms after changing their position in GVCs and finds that firms have significant improvement in several aspects such as the range of export products, product quality, the number of export destinations, and the cost plus of exports.

The possible innovations of this paper are as follows. First, it provides a new perspective for understanding regional complementarities in terms of technological linkages and validates the mechanism of GVC climbing with intermediate product innovation. Second, this paper further enriches research on the sources of regional and firm comparative advantages. At present, scholars mainly focus on how to improve firms' innovation capabilities, and the understanding of firms' other sources of innovation is not comprehensive enough, and explanations for the differences in these inputs and other sources of innovation across regions are lacking. This paper enriches existing research from the perspective of inter-regional technological complementarities. Finally, this paper demonstrates the importance of technological externalities as manifested in inter-regional technological complementarities in guiding special practices in China, enriching the discussion of the mechanism of technology diffusion's impact on inter-firm and inter-regional disparities in the Chinese context in existing literature.

Keywords: technological complementarity; global value chain; domestic value added ratio in exports; balanced development

JEL Classification: D24 F10 O33

[责任编辑: 崔志新]