

【国民经济】

中国区域创新活动的“协同效应”与“挤占效应”

——基于创新价值链视角的研究

余泳泽^{1,2}

(1. 南京财经大学产业发展研究院, 江苏 南京 210046;

2. 中国社会科学院工业经济研究所, 北京 100836)

[摘要] 考虑到省际价格指数和折旧率的差异, 本文从核算方法的调整入手, 对中国30个省份1998—2013年省际研发资本存量进行了估算。基于创新价值链视角, 以计算的分阶段省际研发资本存量为基础, 对中国省际研发资本的空间外溢效应和价值链外溢效应以及由此产生的“协同效应”与“挤占效应”进行了分析。研究结果显示: 中国区域创新活动的内部结构呈现出“轻基础研究、重实践应用研究”的现象。试验发展资本存量占比超过80%且逐年增长, 而应用研究与基础研究资本存量占比不足20%。中国区域研发活动表现出明显的空间外溢效应和价值链外溢效应。应用研究资本投入与基础研究和试验发展资本投入形成了良好的“协同效应”, 而试验发展资本投入对基础研究资本投入具有一定的“挤占效应”。

[关键词] 研发资本存量; 空间外溢; 创新价值链; 协同效应; 挤占效应

[中图分类号]F124.3 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1006-480X(2015)10-0037-16

一、问题提出

随着人口红利、资本红利和制度红利的逐步释放, 中国经济正在进入以增速调整、结构优化、动力转换为主要特征的新常态, 亟需从追赶型经济向创新型经济转变。伴随着一系列创新驱动战略的实施, 中国以R&D经费为代表的创新投入逐年增长, R&D投入占GDP的比重已经由2000年的0.9%提升到了2013年的2.08%, 以专利授权量为代表的创新产出年均增长率更是高达23%。可以说, 从R&D投入占GDP的比重看, 中国的创新投入正在不断接近发达国家。虽然中国创新投入和以专利为代表的创新产出呈现了较为明显的增长, 但是以全要素生产率为代表的技术进步水平却没有表现出明显的增长趋势^[1]。其中一个重要原因就是创新的体制性约束导致的创新效率不高。对

[收稿日期] 2015-07-08

[基金项目] 国家自然科学基金青年项目“创新模式优化与区域全要素生产率提升: 基于创新价值链与空间外溢视角”(批准号71403115); 中国博士后基金“创新价值链视角下区域差异性技术进步路径选择研究”(批准号2014M550114); 中国博士后基金特别资助项目“中国式分权、适宜性创新模式与全要素生产率提升”(批准号2015T80176)。

[作者简介] 余泳泽(1982—), 男, 河北承德人, 南京财经大学产业发展研究院副教授, 中国社会科学院工业经济研究所博士后, 经济学博士。电子邮箱: yongze125@126.com。

于中国区域创新活动而言,创新投入呈现出区域不均衡和内部结构不均衡两个典型特征。从区域创新要素的分布看,由于经济发展阶段与要素禀赋的差异,各地区创新资本呈现非均衡发展的特征,创新要素的集聚效应异常明显。从区域创新投入的内部结构看,大部分地区更加重视短期见效快、与产业化密切相关的应用性研究的投入,而忽视了基础研究的投入^[2]。所以,本文将从中国区域创新活动的分布特征和内部结构出发,在创新价值链视角下,揭示出中国区域创新活动中可能存在的外溢现象和问题,从而指导中国区域创新效率的提升。

外溢是创新的一个重要特征,创新的大量收益都是以外溢的形式流向了其他的非创新主体。对于中国区域创新活动而言,由于区域经济发展差距带来的创新要素空间集聚现象异常明显,创新外溢就成为研究中国区域创新活动的一个重要方向。在有关创新外溢的研究中,既有研究主要沿着 Martin and Sunley^[3]开创的“新工业地理”(New Industrial Geography)和 Krugman^[4]在 20 世纪 90 年代重新阐释的“新经济地理”(New Economic Geography)两个思路展开。由于技术创新活动是一个复杂的体系,对于技术创新的研究仅仅从创新投入本身来观察其特征和变化,将无法对中国区域创新活动展开更加深入的分析,更无法观察中国区域创新活动中存在的潜在问题。于是,开始有更多的文献从区域创新体系^[5]和区域创新网络^[6]等视角对区域创新及其外溢问题展开研究。在此方面,余泳泽和刘大勇^[7]根据中国区域创新的特征,提出了创新价值链的理论框架,并检验了各个阶段创新效率的价值链外溢效应。赵增耀等^[8]将创新过程划分为两个相互关联的子阶段(知识创新和产品创新),并构建了两阶段非合作博弈的创新效率评价方法,对中国区域知识创新效率、产品创新效率及整体创新效率进行了测算。在此基础上,将空间溢出和价值链溢出纳入统一的分析框架中,检验了中国创新效率的多维溢出效应。虽然既有研究试图通过打开创新活动的“黑箱”,寻找中国区域创新活动存在的潜在问题,并试图进行一个系统性分析。但是,较少有研究从创新价值链角度观察中国区域创新活动存在的独特特征与溢出现象,并对这种现象进行深入分析,进而寻找中国区域创新活动存在的潜在问题。

为此,本研究将从中国区域创新活动的空间特征出发,在创新价值链视角下,检验中国区域创新活动的空间外溢效应和价值链外溢效应。在此基础上,寻找中国区域研发投入存在的潜在问题。本研究的创新意义主要体现在以下两个方面:①从中国区域创新活动的空间外溢与价值链外溢出发,提出了中国区域创新活动“协同效应”和“挤占效应”的机制并予以检验,进而发现中国区域创新活动存在的潜在问题,为提升中国区域创新效率实现创新驱动战略提供可供参考的政策建议。②扬弃既有研发资本存量计算过程中部分不合理的估算假设,考虑到省际价格指数和折旧率的差异,从核算方法调整入手,对中国 30 个省份(缺西藏)1998—2013 年省际研发资本存量进行了估算,并将省际研发资本存量按照创新价值链分为基础研究、应用研究和试验发展三部分。这部分基础工作为后续有关创新主题的相关研究提供了准确而客观的数据,进而推动中国有关创新问题的深入研究。

二、理论框架

创新外溢是导致报酬递增从而使经济获得持续增长的根本原因。由于中国区域经济发展阶段与要素禀赋存在差异,中国区域创新活动呈现出较为明显的集聚特征。虽然区域创新要素的集聚效应会带来区域创新水平的差距进一步扩大,但由于创新的外溢较少受制于空间的限制,只要不存在创新外溢的体制性障碍,这种创新要素的“集聚效应”所带来的规模经济效应和知识交流成本的降低必然能够带来中国整体创新效率的提升。这就需要区域间打通创新外溢的体制性障碍,让创新要素和创新成果充分流动,进而提升中国区域创新的整体效率。创新活动本身是一个复杂的过程。所

以,创新的外溢也是一个复杂的过程。对于中国区域创新活动而言,创新的外溢不仅仅表现为创新成果的外溢,更表现为创新资本和人才的外溢。对于创新成果的外溢,技术贸易和技术合作是两种典型的技术扩散路径。创新外溢主要体现在大学和科研机构对企业创新外溢以及企业间通过合作与交易实现的创新外溢。如 Jaffe^[9]的研究显示,美国企业的专利申请活动不仅随着企业科研经费的增加而加强,也随着大学科研经费投入增加而增加。

近年来,诸多学者将创新过程进行了解析、细化。这其中最具有借鉴意义的是 Hansen and Birkinshaw^[10]对创新过程的分解,首次提出了创新价值链的概念,认为创新价值链分为创意的产生、创意的转换和创意的传播三个阶段,很好地解释了创新过程的内在关联。余泳泽和刘大勇^[7]借鉴 Hansen and Birkinshaw^[10]提出的创新价值链的概念,结合中国技术创新的实践,将创新过程分为知识创新、科研创新和产品创新,分别对应研发投入中的基础研究、应用研究与试验发展,并提出了创新价值链的理论分析范式。在创新价值链视角下,创新资本的外溢不仅表现为创新的空间外溢,更表现为创新的价值链外溢。创新的空间外溢是指创新投入在区域之间的外溢现象,是创新要素在空间上的相互影响。创新价值链外溢指的是创新活动各个阶段之间的外溢,是创新要素在不同阶段之间的相互影响,对于本研究而言,主要表现为基础研究投入、应用研究投入和试验发展投入之间产生的相互外溢现象。

两种创新外溢模式下,中国创新资本不仅会产生创新投入的“协同效应”,还有可能产生各个创新阶段之间的“挤占效应”。这里的创新资本“协同效应”是指区域间创新投入通过各种溢出机制实现了相互带动增加,不仅体现在同一个阶段研发投入的相互带动提升,而且体现在不同阶段之间研发投入的相互带动提升。例如,上海基础研究创新投入的提升不仅可以带动江苏基础研究创新投入的提升,还有可能带动江苏应用研究和试验发展阶段创新投入的增加。创新资本的“挤占效应”是指区域间创新投入的相互挤占,不仅表现在同一个阶段研发投入的相互挤占,而且表现在不同阶段研发投入之间的相互挤占。例如,上海基础研究创新投入的提升可能是以挤占江苏基础研究创新投入而实现的,或者上海基础研究投入的提升可能是挤占了上海应用研究和试验发展阶段投入而实现的,这种现象就属于创新资本的“挤占效应”。

中国创新资本可能出现“协同效应”和“挤占效应”的内在原因主要体现在以下三个方面:①协同创新正在成为网络经济下最有效和最现实的组织形式。随着创新活动的日益网络化、复杂化,创新主体之间的创新合作形式也越来越多样化。创新网络理论的发展也经历了“熊彼特创新思想—创新系统—国家创新系统—产业创新网络—协同创新网络”的阶段。协同创新是一个基于竞争和合作机制的资源要素匹配过程,追求的是“协同效应”。在协同创新网络下,区域创新活动的知识外溢、资本外溢与人才外溢日益明显,这必将带动创新资本的“协同效应”的产生。尤其是在技术贸易和技术合作等外溢路径下,为了更好地消化吸收外溢的创新成果,创新主体需要增加创新投入,进而产生了创新资本的“协同效应”。例如,北京的一个科研机构和上海的一个企业进行“产学研”协同创新,不仅可以带动两个创新主体创新投入的增加,而且带动了整个北京和上海创新投入的增加。②在中国目前的政治与经济激励相结合的分权体制下,政府的行为也在一定程度上影响创新资本的外溢。余泳泽和张先轸^[11]指出,像“GDP崇拜”一样,中国地方政府在一定程度上也已经陷入了“R&D崇拜”。这在一定程度上会扭曲政府对创新的支持行为,部分地区主观强制推动的自主创新战略并没有取得良好效果。对于自主创新的过度迷信可能会导致地方政府之间产生类似“GDP锦标赛”的创新投入锦标赛。例如,从诸多地方政府工作报告和地方发展规划中可以看出,地方政府对于加大本地区创新投入、提升本地区的创新水平是不遗余力的。对于各地方政府来讲,创新要素水平的提升

主要来自引进和培育两个渠道,如果地方政府采取争先努力培育本地区的创新能力,则创新资本就可能存在“协同效应”;而如果地方政府采取的是争夺其他地区的创新要素,则可能会导致创新资本的“挤占效应”。③“中国式分权”体制会造成创新投入结构的偏向,进而产生各个阶段创新投入之间的“挤占效应”。从创新的三个阶段的关系看,基础研究是应用研究和试验发展阶段的基础,为整个创新过程提供知识的积累和储备。由于基础研究不与生产过程直接建立联系,因而无法利用市场机制对其定价,进而产生了市场失灵问题。所以,对于基础研究的投入通常是由政府通过高校和科研院所进行投资。应用研究和试验发展阶段通常可以和生产实践直接结合,可以通过市场机制实现供给。由于基础研究投入周期长、见效慢,同时外部性也最强,各地方政府在有限财政收入下不愿意更多地支持基础研究的投入,而会更多支持周期短、见效快的应用研究投入。马光荣和杨恩艳^[2]的研究显示,中国式财政分权体制下的过度竞争会导致地方公共品尤其是教育、环境、医疗和社会保障等非生产性公共品的提供不足。在中国目前的体制下,可能会出现“轻基础研究、重实践应用研究”的倾向,由此可能导致某个地区试验发展阶段投入的增加挤占了基础研究和应用研究投入的增加,产生创新资本的“挤占效应”。

三、中国省际研发资本存量再估算

1. 估算方法

国内外有关研发资本存量的估算一般都采用永续盘存法。本研究也将延续这种测度方法,但与一般的永续盘存法不同的是,本研究借鉴了美国商务部经济分析局(Bureau of Economic Analysis, 简称 BEA)发布的美国 R&D 卫星账户中的计算方法,对研发资本存量计算的永续盘存法进行修正。

通常采用的永续盘存法的测算公式为:

$$K_t = (1-\delta)K_{t-1} + \sum_{i=1}^n u_i I_{t-i} \quad (1)$$

其中,下标 t 为时间, K 为研发资本存量, I 为研发资本流量, δ 为折旧率, n 为滞后期数, u_i 为研发支出中成为存量的比例。由于较难估算研发支出的滞后结构,一般假定平均滞后期为 θ , 当 $i=\theta$ 时, $u_i=1$; 当 $i \neq \theta$ 时, $u_i=0$ 。这里假设全部研发支出都转化成了存量。因而, $\sum_{i=1}^n u_i I_{t-i} = I_{t-\theta}$ 。假定平均滞后期 $\theta=1$, 则式(1)变为:

$$K_t = (1-\delta)K_{t-1} + I_{t-1} \quad (2)$$

一般采用永续盘存法计算资本存量时,大部分研究都采用了简化的式(2)的方法。但本研究将借鉴 BEA 对研发资本存量的计算方法,将式(2)修正为:

$$K_t = (1-\delta)K_{t-1} + (1-0.5\delta)I_t \quad (3)$$

式(2)和式(3)最大的区别在于,式(3)中假定当年的研发投入仅有 1/2 形成了资本存量,将另外的 1/2 进行了折旧处理。其合理性在于,统计数据给出的年度研发资本投资是累积的年底数值,但是研发投入在每个年度内是连续的投资,假设研发投入在本年度是均匀分布的连续变量,那么,年底统计的研发投入就会有 1/2 形成存量。

2. 相关参数的确定

(1)初始资本存量的确定。在永续盘存法下,初始资本存量的误差对于整个研发资本存量估算的精确与否具有重要意义,尤其对于时限较短的情况。为此,在计算初始资本存量时,考虑的时间越早,其对后续研发资本存量的影响也就越小。由于中国科技数据统计较晚,已有的《中国科技统计年

鉴》最早为1990年,且只统计了全国研发投入数据,缺少分省层面的研发投入数据。已有的统计资料只能获得1998年以后分省层面的研发投入数据。而直接采用1998年分省份研发投入数据作为基期计算初始资本存量,将制约后续研发资本存量的准确性。囿于数据的限制,可行的办法是利用1990年全国研发投入数据,按照权重获得1990年分省份研发投入,并以1990年为基期,进而获得1998年分省份初始资本存量。对于权重赋予,本文采用1998—2000年分省份研发投入平均占比^①。

本文主要借鉴了Griliches^[13]、Coe and Helpman^[14]的研发初始资本存量的计算方法,假设研发资本存量的增长率与研发投资的增长率相同,即 $(K_t - K_{t-1})/K_{t-1} = (I_t - I_{t-1})/I_{t-1} = g$,其中 g 为研发投入的增长率,根据式(3)得到:

$$K_{t-1} = I_t (1 - 0.5\delta) / (g + \delta) \quad (4)$$

(2) 价格指数的确定。研发资本价格指数的构造也一直困扰着创新经济学的研究。BEA在研发价格指数的研究中,认为目前有关研发价格指数的确定可以有以下三种方法:①特定行业的残余无形资产价格指数(Residual Intangible Asset Price Indexes),是主要基于利润的价格指数;②选取典型的13个研发密集型行业综合的价格指数;③基于研发投入的构成,构建投入综合价格指数。残余无形资产价格指数是理论上较为理想的指数平减方法,但是受制于数据要求较高,实用性较差。目前较为通用且可行的方法是第三种方法。本文将沿用吴延兵^[15]的方法,将研发投入分为固定资产购置费和其他日常费用两个部分。其中,固定资产购置费采用固定资产价格指数平减,其他日常费用如购买非资产性的材料、物资费用等采用原材料购进价格指数平减。构造的分省份价格指数为:

$$R\&DPI_{it} = FAPI_{it} \times (FA_{it}/R\&D_{it}) + RMPI_{it} \times (RM_{it}/R\&D_{it}) \quad (5)$$

其中, $R\&DPI$ 为研发综合指数, $FAPI$ 为固定资产投资价格指数, $RMPI$ 为原材料购进价格指数, FA 为研发投入中资产性投入, RM 为其他日常费用。以上赋权重的方法有别于吴延兵^[15]等人的固定值方式,而是采用研发投入构成的比重作为权重,这种权重既体现了区域的异质性,也体现了时间的异质性,因而更加精确。固定资产投资价格指数和原材料购进价格指数来自《中国价格统计年鉴》。对于部分省份缺失数据,采用全国相应价格指数进行弥补。

(3) 折旧率的确定。对于资本存量的计算,最难获取的参数就是折旧率。目前在测度研发资本存量的折旧率以及BEA的相关文献中,经常被采用的方法有四种:①经验估计方法。目前有关研发资本存量折旧率的选择主要在10%—20%之间。Hall and Mairesse^[16]、Hu et al.^[17]、吴延兵^[15,18]等在计算研发资本存量时都采用了15%的折旧率,黄勇峰等^[19]采用了17%的折旧率,张翼^[20]、周密^[21]选择了20%的折旧率。这种方法虽然简单实用,但致命缺陷在于,在估计行业或者地区面板数据时都采用了一个等同的折旧率,无法解决行业和区域异质性的问题;②专利展期模型(Patent Renewal Models)。这种方法认为折旧率是专利存续时间的反函数,折旧率与专利的持续时间负相关^[22]。其缺陷在于把专利作为研发产出的估计,但专利只是研发产出的一种重要产出或者中间产出;③专利分期摊销模型(Amortization Models)。这种模型将研发资本在某个期限内进行摊销而推算出其折旧率^[23]。这种方法需要确定摊销的期限,依赖于研发资本收益的假设前提;④专利净收益率模型。通过

① 采用近三年的分省份研发投入占比,主要是出于两方面的原因:一是这三年分省份研发投入增长较为均匀;二是更加接近1990年的权重水平。这里将该方法计算的分省份初始研发资本存量与以1998年为基期、通过式(4)计算得出的初始研发资本存量作对比,尽管1990年的分省份初始研发资本存量可能存在一定误差,但是经过8年的折旧处理,对1998年分省份初始研发资本存量的影响较小。所以,这里认为采用全国层面赋予权重的方法度量出的初始研发资本存量将更加准确。

计算专利各期收益贴现值总和与专利更新费用差额,即专利净收益来估计研发资本的折旧率^[24]。后面三种方法需要较为详细的专利数据,目前中国的专利数据不足以支持这些方法。

结合中国有关研发投入的可得数据,区别于以往研究对各省份采用统一的折旧率的方法,本文将区域异质性纳入折旧率的计算中。将分省份研发经费内部支出结构进行分解,不同的构成采用不同的折旧率,最后加权构建分年分省份的折旧率。按照研发资本流量数据的确定方法,研发资本投入主要分为固定资产投资和非资产性的材料、物资费用等日常性业务支出两部分。由于资产性投入中80%以上为仪器与设备投入,参照黄勇峰等^[19]估算出的设备经济折旧率,本文将资产性支出部分的折旧率设为17%,其他非资产性日常支出采用通用的20%的折旧率。构造的分省份折旧率如下:

$$RDDR_u = 17\% \times (FA_u / R\&D_u) + 20\% \times (RM_u / R\&D_u) \quad (6)$$

其中, $RDDR$ 为折旧率, FA 为研发投入中资产性投入, RM 为其他日常费用。式(6)中折旧率的计算方法既考虑了省级研发投入的异质性,也考虑了时间上的异质性。

3. 数据处理

《中国科技统计年鉴》中的研究与试验发展经费内部支出包括日常性支出与资产性支出,日常性支出包括劳务费和其他业务性支出,资产性支出包括仪器和设备支出及其他固定资产性支出。由于劳动力成本不仅体现在增加值中,也是研发投入的一部分,如果将全部研发投入均计入资本存量,将出现重复计算的问题^[25]。为了避免重复计算,本文扣除研发经费中的劳务费作为研发资本的当期研发投入。

在计算折旧率和价格指数过程中,本文需要将分省份研发投入分解为资产性投入与其他日常费用。目前可以获得的《中国科技统计年鉴》中,只有2009年以后明确将分省份研发投入分成日常性支出和资产性支出两部分;在此之前,则在科技活动内部支出中明确了劳务费、固定资产构建费和业务费。在数据处理上,本文首先对比了此前年鉴中统计的科技活动经费内部支出与研究试验发展经费支出之间的差异。从指标内涵解释上可以看出,科技活动经费内部支出比研究与试验发展经费内部支出所包含的内容更宽泛,从数值上科技活动内部经费支出约为研究与试验发展经费内部支出的1.8—2.1倍。也有部分研究将科技活动经费的内部支出数据作为地区当年的研发支出^[21]。其次,本文从内部构成比例上对比两者之间的差距,劳务费比重都在21%—26%之间,且呈现出一定的上升趋势,固定资产构建费比重都在26%—30%之间。鉴于两者比重没有出现明显差异,为了获得分年分省份的折旧率和价格指数,本文将2009年之前的研发内部支出构成比重采用科技活动经费内部支出的构成比重替代。

4. 估算结果及分析

(1)省际研发资本存量。按照式(6)得出的省际差异化折旧率,本文计算的省际研发资本存量如表1所示。从表1的省际研发资本存量看,1998—2013年中国研发资本存量年均增长18.4%。研发资本存量增长速度高于全国平均水平的地区主要为内蒙古、天津、江苏、浙江、安徽、福建、山东、广东、重庆等。增长速度较慢的主要为北京、黑龙江、四川、陕西和甘肃等。不同的基期选择只会影响前两年的研发资本存量,随着研发资本折旧速度的加快,后期省际研发资本存量的差异越来越小。从研发资本存量占GDP的比重看,中国在2013年研发资本存量占GDP的比重达到5.2%,而美国早在1995年就达到了5.3%。这说明中国整体研发水平与发达国家尚存在较大的差距,并且中国区域研发资本的分布也存在非常明显的非均衡性特征。北京、上海、江苏、浙江和广东等发达地区研发资本就占到了全国的80%以上。

表 1 典型年份中国省际 R&D 资本存量

地区	1998 (亿元)		2000 (亿元)		2005 (亿元)		2008 (亿元)		2010 (亿元)		2013 (亿元)		增长率 (%)
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(2)
北京	356.2	269.6	462.1	405.6	965.5	946.1	1332.1	1321.9	1747.3	1740.6	2471.5	2468.0	13.8
天津	41.9	26.9	59.7	49.9	158.3	154.8	290.0	288.1	425.9	424.7	756.6	756.0	21.3
河北	39.5	21.7	60.9	49.2	139.1	135.0	221.1	218.9	298.1	296.7	479.7	479.0	18.1
山西	22.5	16.5	30.0	26.0	63.4	62.0	112.6	111.8	159.5	159.0	259.1	258.9	17.7
内蒙古	5.1	2.3	7.8	5.9	24.4	23.7	56.6	56.3	103.0	102.8	199.9	199.7	27.7
辽宁	93.5	66.7	121.6	104.0	308.9	302.8	445.6	442.3	594.7	592.6	891.7	890.6	16.2
吉林	29.3	21.9	37.5	32.6	100.5	98.8	134.8	133.9	177.4	176.8	249.1	248.8	15.3
黑龙江	45.1	41.3	54.4	51.9	112.6	111.7	168.1	167.6	227.1	226.8	295.9	295.7	13.4
上海	147.6	112.7	202.1	179.3	496.1	488.1	783.1	778.9	1047.2	1044.4	1595.5	1594.1	17.2
江苏	125.0	77.0	184.5	152.9	568.4	557.2	1023.1	1017.1	1483.5	1479.6	2471.5	2469.5	22.0
浙江	41.9	20.7	67.6	53.6	310.1	305.2	655.9	653.3	952.2	950.5	1550.1	1549.2	27.2
安徽	33.1	18.3	48.6	38.8	115.0	111.5	189.8	187.9	287.7	286.5	533.6	532.9	20.4
福建	28.5	13.0	46.0	35.7	133.8	130.1	224.2	222.2	339.6	338.3	609.5	608.9	22.7
江西	16.2	9.8	22.8	18.6	61.9	60.4	113.8	112.9	162.5	162.0	236.2	235.9	19.6
山东	86.5	47.0	128.9	102.8	408.1	398.8	780.8	775.8	1186.2	1182.9	2047.2	2045.5	23.5
河南	42.1	27.0	61.1	51.0	133.3	129.7	236.0	234.0	359.4	358.2	591.8	591.2	19.3
湖北	80.5	59.1	106.7	92.6	198.4	193.5	308.8	306.2	476.2	474.5	784.7	783.8	16.4
湖南	35.8	20.0	51.3	40.9	111.5	107.9	186.3	184.4	299.8	298.5	516.0	515.4	19.5
广东	173.0	92.0	263.5	209.8	670.3	651.2	1122.3	1112.0	1679.6	1672.9	2910.6	2907.1	20.7
广西	7.6	2.8	14.2	11.0	37.7	36.6	61.0	60.4	101.0	100.6	182.9	182.7	23.6
海南	2.8	1.6	3.9	3.2	5.7	5.4	8.1	7.9	13.8	13.7	27.5	27.4	16.4
重庆	19.0	11.7	26.7	21.9	69.3	67.6	119.2	118.3	181.6	181.0	324.0	323.6	20.8
四川	98.5	79.3	131.4	118.8	273.0	268.6	378.3	375.9	522.9	521.3	764.6	763.7	14.6
贵州	8.9	6.5	11.9	10.4	28.2	27.7	42.0	41.7	59.7	59.5	87.6	87.5	16.5
云南	16.0	11.3	20.9	17.8	46.0	44.9	67.8	67.2	89.9	89.5	142.7	142.5	15.7
陕西	100.8	76.1	134.2	118.0	256.9	251.2	339.5	336.5	440.7	438.7	621.1	620.0	12.9
甘肃	23.7	22.2	28.2	27.3	49.4	49.1	70.1	70.0	89.4	89.3	124.0	124.0	11.7
青海	2.8	2.1	3.6	3.2	8.4	8.3	11.1	11.0	17.4	17.4	28.4	28.4	16.7
宁夏	3.2	2.2	4.3	3.6	8.5	8.3	14.9	14.8	20.4	20.3	31.7	31.7	16.6
新疆	7.6	5.3	10.1	8.6	16.6	16.1	26.4	26.1	40.7	40.5	64.6	64.5	15.3
总计	1734.2	1184.6	2406.5	2044.9	5879.3	5752.3	9523.4	9455.3	13584.4	13540.1	21849.3	21826.2	18.4

注：(1)代表采用 1990 年为基期计算的结果，(2)代表以 1998 年为基期计算的结果。

资料来源：作者整理。

(2)分阶段下省际研发资本存量。余泳泽和张先轸^[11]将创新过程分为知识创新、科研创新和产品创新，分别对应研发投入中的基础研究、应用研究与试验发展。为了更加深入地分析中国研发资本存量的区域差异，本文将研发资本存量分为基础研究、应用研究和试验发展三个阶段。从表 2 可以看出，1998—2013 年全国基础研究资本存量增长速度为 18.3%。分区域看，东部地区基础研究资本存量占到全国 68%左右，中部地区占到 17%左右，西部地区占到 15%左右。从比例变化趋势看，

表 2 典型年份创新各阶段研发资本存量

地区	基础研究					应用研究					试验发展				
	2000 (亿元)	2005 (亿元)	2010 (亿元)	2013 (亿元)	增长 (%)	2000 (亿元)	2005 (亿元)	2010 (亿元)	2013 (亿元)	增长 (%)	2000 (亿元)	2005 (亿元)	2010 (亿元)	2013 (亿元)	增长 (%)
北京	36.3	108.3	191.3	281.7	19.4	116.3	240.3	425.4	575.6	15.0	309.5	617.0	1130.5	1614.2	12.8
天津	3.3	8.1	19.9	32.6	15.5	12.3	27.2	65.7	100.6	15.5	44.1	123.0	340.3	623.4	23.4
河北	2.5	6.6	11.7	15.3	17.7	11.8	27.0	56.5	68.5	16.8	46.7	105.5	229.9	395.9	18.4
山西	0.7	2.7	5.8	9.0	23.0	3.8	9.2	23.7	34.9	21.0	25.4	51.5	130.0	215.2	17.1
内蒙古	0.2	1.1	3.0	5.4	32.9	1.1	3.3	10.5	15.7	25.7	6.4	20.0	89.5	178.8	27.8
辽宁	4.6	9.8	17.3	29.6	14.2	20.8	42.0	74.1	119.6	14.8	96.3	257.1	503.4	742.6	16.6
吉林	2.3	7.9	15.0	23.9	21.9	9.2	26.4	38.6	65.7	18.5	25.9	66.2	123.7	159.6	13.8
黑龙江	3.4	6.4	20.5	29.0	14.9	18.5	28.3	41.4	49.4	7.0	32.4	77.8	165.2	217.4	16.0
上海	12.3	31.7	71.3	110.2	19.1	46.0	106.9	173.6	235.3	13.8	143.8	357.5	802.3	1250.1	17.9
江苏	8.7	23.9	45.4	69.0	14.7	28.9	76.7	121.5	156.8	12.9	146.9	467.8	1316.6	2245.7	23.9
浙江	2.1	12.0	26.1	38.3	23.4	8.8	37.8	74.1	93.8	19.4	56.7	260.3	852.0	1418.0	28.3
安徽	4.1	16.3	24.9	38.8	23.6	8.7	23.4	39.9	57.0	14.4	35.8	75.4	223.0	437.8	21.4
福建	2.2	5.6	10.3	13.6	15.2	5.4	13.1	26.0	34.2	14.2	38.4	115.1	303.2	561.7	24.0
江西	0.7	1.7	5.0	6.8	15.7	2.1	9.4	21.8	22.5	19.4	20.0	50.8	135.7	206.9	19.7
山东	3.4	10.6	26.8	45.8	23.0	13.5	25.9	62.8	120.1	18.2	112.0	371.6	1096.5	1881.3	24.0
河南	1.8	3.3	6.7	12.4	17.4	6.8	14.9	24.1	29.8	13.8	52.5	115.1	328.7	549.6	19.8
湖北	4.0	11.6	21.8	37.7	20.1	21.6	50.1	88.9	126.3	16.0	81.1	136.7	365.4	620.7	16.3
湖南	2.8	7.7	15.1	19.8	16.5	10.4	25.1	46.7	71.4	18.0	38.2	78.7	238.0	424.9	19.9
广东	7.1	20.0	40.9	73.7	17.9	45.6	59.8	95.2	185.9	8.9	210.7	590.5	1543.4	2650.9	23.2
广西	0.7	1.9	5.7	10.3	29.5	2.2	5.4	15.0	24.1	23.3	11.2	30.4	80.3	148.5	23.3
海南	0.2	0.9	2.5	4.2	26.3	0.7	1.3	3.9	4.5	18.4	3.1	3.4	7.5	18.8	14.9
重庆	1.1	3.7	10.2	17.0	19.0	8.8	12.9	25.9	42.4	10.7	16.8	52.6	145.5	264.5	25.8
四川	6.0	18.6	32.0	51.2	20.6	22.8	72.4	144.8	179.3	18.8	102.5	182.1	346.1	534.0	13.3
贵州	0.5	2.2	4.5	8.0	22.9	1.5	1.9	5.6	8.6	10.3	9.9	24.2	49.5	71.1	17.2
云南	1.2	3.8	9.5	15.6	21.8	2.7	9.2	20.1	27.8	27.1	16.9	33.0	60.3	99.3	13.7
陕西	6.6	9.8	20.3	30.3	9.8	27.9	47.6	77.8	107.0	11.5	110.4	203.2	344.0	484.5	12.0
甘肃	3.0	8.2	13.3	17.5	22.7	5.5	10.7	17.9	22.8	10.5	19.7	30.5	58.1	83.7	10.9
青海	0.4	0.6	1.6	2.8	13.9	0.5	1.0	2.7	5.1	17	2.7	6.8	13.1	20.4	17.2
宁夏	0.2	0.3	1.3	2.4	16.7	0.6	0.9	1.9	2.6	10.5	3.5	7.3	17.2	26.7	17.5
新疆	0.4	1.0	2.2	4.2	24.4	1.6	3.2	9.4	13.1	25.3	8.2	12.4	29.1	47.3	13.5
全国(%)	5.1	5.9	5.0	4.8	18.3	19.3	17.2	13.5	11.9	14.3	75.6	76.9	81.5	83.3	19.1
东部占 比(%)	67.3	68.5	68.0	67.6	18.3	66.5	64.9	64.2	65.2	18.3	66.1	72.3	73.4	73.7	20.3
中部占 比(%)	16.3	16.9	17.3	17.3	19.1	17.6	18.8	18.3	18.2	19.1	17.4	14.9	16.3	16.5	18.4
西部占 比(%)	16.5	14.5	14.8	15.1	17.2	15.9	16.3	17.5	16.6	17.2	16.5	12.9	10.3	9.8	14.4

资料来源:作者整理。

中部地区增长稍快于全国平均水平,但并没有出现明显的转移趋势。北京仍为中国基础研究内部支出和资本存量最多的省份,超过 1/4 的基础研究都集中在北京;其次是上海,占到了全国的 10% 以上。主要原因在于,这些地区集中了中国大部分从事基础研究的高校和科研院所。省际应用研究投入规模要大于基础研究投入规模,总体约占研发实际支出的 12% 左右,并呈现出明显的递减趋势。从总体增长速度看,1998—2013 年全国应用研究资本存量增长速度为 14.3%。分区域看,东部地区应用研究资本存量占到全国 65% 左右,中部地区占到 18% 左右,西部地区占到 17% 左右。从比例变化趋势看,中部地区增长稍快于全国平均水平,但并没有出现明显的转移趋势。北京为中国应用研究内部支出和资本存量最多的省份,超过 20% 的应用研究都集中在北京;其次是上海,占到了全国的 10% 左右。省际试验发展投入规模最大,约占研发实际支出的 80% 以上,并呈现出明显的增加趋势。从总体增长速度看,1998—2013 年全国试验发展资本存量增长速度为 19.1%。分区域看,东部地区应用研究资本存量占到全国 74% 左右,中部地区占到 16% 左右,西部地区占到 10% 左右。从比例变化趋势看,东部地区增长速度快于中西部地区,有进一步向东部地区集中的趋势。广东和江苏逐渐取代北京和上海,成为中国试验发展支出和试验发展资本存量最为集中的地区。

(3) 中国研发资本内部结构合理性讨论。从图 1 可以看出,中国在研发的不同阶段,研发资本存量的比重与增长率存在较大的差异。在研发的试验发展阶段内部支出的比重最高,已经超过了 80%,并且比重呈现出逐年上升的趋势,应用研究只有 12% 左右,比重则呈现出逐年下降的趋势,基础研究更是只有 5% 左右。从增长趋势看,试验发展阶段的增长速度最快,其次为基础研究,而应用研究的增长速度最慢。与发达国家相比,中国的研发资本结构的合理性值得关注。从 OECD 国家研发内部支出结构看,基础研究占比超过了 20%,应用研究占比在 30%—35% 之间波动,试验发展占比在 40%—45% 之间波动。图 2 对比了中国和美国在研发投入内部结构上的差异。美国的基础研究和应用研究占全国研发投入的比重在 40% 左右,而试验发展阶段的比重则为 60% 左右,且两者的比重相对稳定。

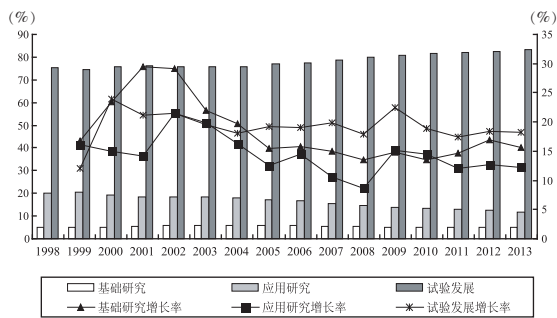


图 1 研发不同阶段下资本存量的比例与增长率

资料来源:作者绘制。

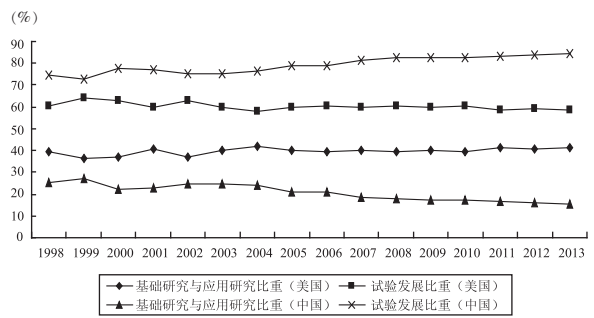


图 2 美国和中国研发投入内部结构比重对比

资料来源:作者绘制。

四、实证检验

1. 实证模型设置

为了验证本文第二部分提出的区域创新活动可能存在的“协同效应”和“挤占效应”,本文建立了如下的动态空间面板自回归基础模型:

$$FRD_{it} = \lambda WFRD_{it} + \alpha_0 FRD_{it-1} + \beta_1 ARD_{it} + \beta_2 TRD_{it} + \theta Z_{it} + \nu_t \quad (7)$$

$$v_i = \rho W v_i + \mu \quad (8)$$

其中, FRD_{it} 、 ARD_{it} 、 TRD_{it} 分别代表 i 省基础研究、应用研究和试验发展资本占 GDP 的比重, W 为空间权重矩阵, λ 衡量研发资本的空间外溢效应, 而 β_1 和 β_2 则衡量了价值链外溢效应。 Z_{it} 代表一系列控制变量, 本文采用了人均 GDP 和人均资本存量进行控制。GDP 采用了 2000 年不变价处理, 资本存量采取了张军等^[26]的计算方法得出。对于应用研究和试验发展阶段的空间外溢效应和价值链外溢效应的检验同上模型。

这里关键的一个变量就是空间权重矩阵的设置。既有研究表明, 空间外溢是创新的典型特征。随着网络信息技术的发展, 创新的外溢将会突破地理距离的限制, 可以在更远的距离上产生外溢效应。现实中, 地区间的研发行为在一定的地理距离上受制于经济发展阶段和经济发展水平的限制。研发行为的空间关系不仅包括了地理临近上的空间关系, 还包含了经济发展水平相接近的地区之间进行竞争与溢出的关系, 这是因为经济水平更“近”的省份的相互影响可能会更明显。所以, 在空间权重矩阵的设立上, 采用邻接权重矩阵和地理距离权重矩阵进行空间外溢效应和价值链外溢效应的检验可能会得到有偏估计。为此, 本文设置了包含经济特征的空间权重矩阵。经济特征的空间权重矩阵形式为:

$$W_{ij}^e = W_{ij}^d \text{diag}(\bar{Y}_1/\bar{Y}, \bar{Y}_2/\bar{Y}, \dots, \bar{Y}_n/\bar{Y}); W_{ij}^{re} = \frac{W_{ij}^e}{\sum_j W_{ij}^e}, i \neq j \quad (9)$$

其中, W_{ij}^d 为地理距离空间权重矩阵, $\bar{Y}_i = 1/(t_1 - t_0 + 1) \sum_{t_0}^{t_1} Y_{ij}$ 为观察期内第 i 个省份的 GDP 均值, $\bar{Y} = \frac{1}{n(t_1 - t_0 + 1)} \sum_{i=1}^n \sum_{t_0}^{t_1} Y_{ij}$ 为总观察期内 GDP 均值。 W_{ij}^e 为经济空间权重矩阵, 标准化后的权重为 W_{ij}^{re} 。以上空间权重矩阵的设置方式既将经济因素考虑进去, 又将地理距离因素考虑进去。地理距离权重矩阵形式为:

$$W_{ij}^d = e^{-\alpha d_{ij}}, i \neq j \quad (10)$$

其中, W_{ij} 为第 i 行和第 j 列的矩阵元素, d_{ij} 为空间单元 i 和空间单元 j 之间的地理距离, 采用省会城市之间的直线欧氏距离来表示。对于省份内部距离, 本文采用如下公式: $d_{ii} = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{\text{area}_i}{\pi}}$, 其中 area_i 为第 i 个省份的面积。 α 为系数, 本文用城市间的最短距离 d_{min} 的倒数来代替, 目的是为了消除距离度量单位对结果的影响, 同时也避免因权重的计算结果太小而导致误差。

2. 实证结果与分析

在检验空间外溢效应和价值链外溢时, 本文首先需要对中国省际研发资本存量进行空间相关性检验。关于空间相关性检验, 本文采用 Moran I 指数的方法, 检验结果见表 3。从表 3 看, 中国省际研发资本存量的空间相关性较为明显。

空面动态面板自回归模型中采用普通最小二乘法, 将无法得到参数的一致估计。常见的一致估计方法包括二阶段最小二乘法、极大似然方法^[27]与广义矩方法^[28]。Elhorst^[29]在对动态空间面板模型和方法的系统研究中认为, 极大似然方法 (ML) 相对于广义矩估计方法 (GMM) 估计更有效。Lee and Yu^[30]研究也认为, 采用极大似然方法 (ML) 估计动态空间面板模型在大样本的情况下比广义矩估计方法 (GMM) 估计效果更有效。

表 3 省际研发资本存量空间相关性检验

年份	研发投入	研发资本存量	基础研究资本存量	应用研究资本存量	试验发展资本存量
1998	0.513*** (6.612)	0.501*** (6.477)	0.559*** (7.367)	0.464*** (5.664)	0.491*** (6.340)
1999	0.481*** (5.992)	0.495*** (6.312)	0.570*** (8.425)	0.506*** (6.819)	0.475*** (5.833)
2000	0.476*** (5.650)	0.488*** (6.057)	0.581*** (10.251)	0.533*** (7.662)	0.455*** (5.360)
2001	0.451*** (5.225)	0.476*** (5.731)	0.585*** (10.703)	0.536*** (7.811)	0.436*** (5.017)
2002	0.476*** (5.523)	0.475*** (5.642)	0.578*** (10.250)	0.548*** (8.097)	0.429*** (4.893)
2003	0.481*** (5.547)	0.476*** (5.595)	0.578*** (10.337)	0.547*** (7.786)	0.428*** (4.870)
2004	0.503*** (5.719)	0.484*** (5.622)	0.580*** (10.736)	0.554*** (7.775)	0.437*** (4.921)
2005	0.510*** (5.715)	0.492*** (5.645)	0.587*** (11.315)	0.558*** (7.910)	0.448*** (4.987)
2006	0.510*** (5.623)	0.497*** (5.623)	0.592*** (11.128)	0.562*** (7.814)	0.457*** (5.054)
2007	0.489*** (5.370)	0.494*** (5.524)	0.591*** (10.478)	0.565*** (7.848)	0.458*** (5.044)
2008	0.475*** (5.189)	0.488*** (5.393)	0.595*** (9.709)	0.573*** (8.015)	0.450*** (4.958)
2009	0.466*** (5.127)	0.481*** (5.298)	0.593*** (9.837)	0.570*** (8.037)	0.445*** (4.919)
2010	0.449*** (4.961)	0.471*** (5.188)	0.593*** (10.228)	0.568*** (8.282)	0.437*** (4.850)
2011	0.441*** (4.900)	0.462*** (5.093)	0.587*** (10.067)	0.566*** (8.262)	0.431*** (4.814)
2012	0.449*** (4.971)	0.458*** (5.050)	0.584*** (9.759)	0.564*** (8.110)	0.431*** (4.828)
2013	0.449*** (4.986)	0.455*** (5.028)	0.587*** (9.562)	0.561*** (7.929)	0.431*** (4.842)

注:*** 表示在 1%水平下通过了显著性检验。括号内为 z 统计量。

资料来源:作者整理。

在固定效应模型和随机效应模型选择上,Baltagi et al.^[31] 采用 LM 检验判别在空间面板模型中采用固定效应还是随机效应模型。一般来讲,判断固定效应模型还是随机效应模型,常用的方法是 Hausman 检验,在此方面,Hsiao et al.^[32]做了较为细致的研究。结合 LM 检验和 Hausman 检验,以及 AIC 和 SC 指标,本文选取了固定效应模型作为分析模型。综合拟合优度检验、自然对数函数值(Log Likelihood, LogL)、似然比率(Likelihood Ratio, LR)、赤池信息准则(Akaike Information Criterion, AIC)和施瓦茨准则(Schwartz Criterion, SC),本文选择固定效应的动态空间滞后模型为主

要分析模型,结果见表4。

表4的结果显示,创新的三个阶段即基础研究、应用研究和试验发展都表现出较为明显的空间外溢效应。其中基础研究的空间外溢系数为0.368,应用研究的空间外溢系数为0.287,试验发展的空间外溢系数为0.564,且三者都通过了1%的显著性检验。对于基础研究而言,应用研究对其的影响系数为0.387,且通过了1%的显著性检验,而试验发展对其的影响系数为-0.010,通过10%的显著性检验。这说明应用研究投入带动了基础研究投入,而试验发展阶段的投入则抑制了基础研究投入。对于应用研究而言,基础研究对其的带动作用最强,系数达到了1.406,且通过了1%的显著性检验。试验发展阶段对应用研究也具有带动作用,系数为0.118,且通过了1%的显著性检验。同时,可以看到试验发展阶段的资本存量在人均GDP较高的地区也较高,即系数为正且通过了1%的显著性检验。

表4 中国区域研发资本的空间外溢效应与价值链外溢效应检验

变量	模型1		模型2		模型3	
	经济权重矩阵	邻接权重矩阵	经济权重矩阵	邻接权重矩阵	经济权重矩阵	邻接权重矩阵
FRD_{i-1}	0.020 (0.321)	-0.012 (-0.260)				
ARD_{i-1}			-0.040 (-0.822)	0.083 (1.473)		
TRD_{i-1}					-0.017 (-0.220)	0.170*** (2.662)
$\lambda(FRD_i)$	0.368*** (7.662)	0.008 (1.522)				
$\lambda(ARD_i)$			0.287*** (27.004)	-0.007* (-1.700)		
$\lambda(TRD_i)$					0.564*** (9.672)	-0.002 (-0.290)
FRD_i			1.406*** (7.390)	1.502*** (30.010)	-0.717** (-1.961)	-1.118*** (-2.882)
ARD_i	0.387*** (25.181)	0.437*** (30.042)			2.283*** (13.970)	2.925*** (17.580)
TRD_i	-0.010* (-1.990)	-0.011* (-1.921)	0.118*** (14.660)	0.137*** (16.852)		
$AGDP$	-0.023 (-1.553)	-0.028* (-1.830)	0.010 (0.352)	-0.008 (-0.280)	0.321*** (2.672)	0.490*** (3.702)
AK	0.015 (1.304)	0.027** (2.162)	-0.074*** (-3.361)	-0.050** (-2.122)	0.113 (1.150)	0.192* (1.792)
$_{cons}$	-0.068*** (-5.692)	-0.045*** (-3.540)	-0.068*** (-2.581)	0.028 (1.223)	-0.549*** (-4.363)	0.250** (2.450)
Adj-R ²	0.939	0.932	0.965	0.970	0.906	0.940
Log 值	427.020	402.200	141.860	80.480	-527.760	-596.370

注:***、**、* 分别表示在1%、5%、10%的水平下通过了显著性检验。括号内为z统计量。

资料来源:作者计算。

由此可以得出以下一些基本结论:①中国区域间创新资本具有较强的“协同效应”,区域间的创新资本通过相互推动作用得到了有效提升,这也是促进中国创新投入显著增加的一个重要原因。但是本文发现,这种空间外溢效应更多地是发生在经济发展水平相似的城市和地区,而没有明显出现在临近的省份和地区,表现为采用邻接权重矩阵下的空间外溢系数结果并没有通过显著性检验。这说明中国区域间创新要素的交流与外溢更多地是在经济发展水平相近的区域间进行,经济发达地区对不发达地区的创新溢出不明显,这种溢出现象将不利于中国区域间创新水平差距的缩小。②应用研究资本投入与基础研究和试验发展资本投入形成了良好的“协同效应”。这说明一个地区应用研究阶段投入的增加可以通过价值链外溢效应互相带动本地区基础研究和试验发展阶段投入的增加。可以说,作为衔接基础研究和试验发展阶段的中间投入,应用研究能够享受首尾两个阶段的溢出效应。可能的原因在于,对于作为衔接基础研究和试验发展阶段的应用研究而言,随着“产学研”合作的逐步深入,“研”与“产”和“学”结合得相对较好,能够通过价值链外溢和空间外溢相互带动提升各个阶段的创新投入。③试验发展资本与基础研究资本形成了相互的“挤占效应”。试验发展阶段投入的增加抑制了基础研究阶段的创新投入。这说明那些重视试验发展阶段创新投入的地区对于基础研究的投入相对不足,无法带动基础研究创新投入的增加。这也从一个层面反映了中国在研发阶段更加重视试验发展阶段的投入,忽视基础研究阶段的投入。由于试验发展的主要力量在于企业内部,随着中国产业尤其是制造业的崛起,试验发展的投入呈现了快速增长的势头,试验发展投入规模约占研发实际支出的80%以上,部分地挤占了基础研究投入的增加。此外,这种“挤占效应”还与中国大部分地区重视相对短期效应的试验发展投入而忽视长期效应的基础研究投入有关。

为了更加直观地观察由于空间外溢效应和价值链外溢效应带来的应用研究资本投入与基础研究和试验发展资本投入之间的“协同效应”,以及试验发展资本投入对于基础研究资本投入的“挤占效应”的强度,本文通过式(11)和式(12)度量出“协同效应”和“挤占效应”的大小。式(11)和式(12)的含义在于,创新价值链视角下,应用研究资本投入的增加不仅来自经济临近地区应用研究资本投入增加的带动作用,还来自本地区基础研究和试验发展阶段资本投入增加的带动作用,即空间外溢和价值链外溢综合作用的结果。这种外部性会随着地区圈层的外扩而逐渐衰减,若设 q 表示以 i 地区为中心向外扩展的圈层序数,根据式(7),价值链外溢效应可表示为:

$$\beta_j \sum_{q=1}^{\infty} \lambda^q = \frac{\beta_j \lambda}{1-\lambda} \quad (11)$$

基础研究和试验发展阶段资本投入增加对于应用研究资本投入增加的总体效应可以表示为空间外溢效应和价值链外溢效应的加总形式:

$$\beta_j \sum_{q=0}^{\infty} \lambda^q = \frac{\beta_j}{1-\lambda} \quad (12)$$

根据式(11)和式(12)计算出的“协同效应”和“挤占效应”的结果如表5和表6所示。

从表5的结果可以看出,由于价值链外溢效应和空间外溢效应的存在,基础研究资本存量占GDP的比重增加1%,可带动应用研究资本存量占GDP的比重增加1.972%,而试验发展资本存量占GDP的比重增加1%,可带动应用研究资本存量占GDP的比重增加0.166%。这充分证明了基础研究和试验发展资本投入与应用研究资本投入的“协同效应”。从表6的结果可以看出,试验发展资本存量占GDP的比重增加1%,会减少基础研究占GDP的比重0.016%。尽管减少的幅度不大,但也表明了试验发展投入的增加部分的挤占了基础研究投入的增加。试验发展投入对基础研究投入具有一定的“挤占效应”。

表 5 基础研究和试验发展资本投入对应用研究资本投入的“协同效应”

变量	总效应	价值链外溢效应		空间外溢效应	
基础研究	1.972	1.406	71.300	0.566	28.700
试验发展	0.166	0.118		0.048	

资料来源：作者计算。

表 6 试验发展资本投入对基础研究资本投入的“挤占效应”

变量	总效应	价值链外溢效应		空间外溢效应	
应用研究	0.612	0.387	63.200	0.225	36.800
试验发展	-0.016	-0.010		-0.006	

资料来源：作者计算。

五、基本结论

相对于中国经济的高速增长,中国创新投入的增长速度更加明显。区域创新投入高速增长的背后需要我们更加清醒地认识创新外溢效应及其对创新投入结构的影响。本文通过回顾和比较现有研发资本存量的研究文献,扬弃已有研究所做的全国统一折旧率的不合理假设,从核算方法调整入手,采用省际差异化折旧率对中国 30 个省份 1998—2013 年省际研发资本存量进行了估算。在此基础上,对中国省际研发资本的空间外溢效应和价值链外溢效应进行了检验,并对创新价值链外溢与空间外溢的“协同效应”与“挤占效应”进行了分析。研究结果显示:

(1)1998—2013 年中国研发资本存量年均增长 18.4%,低于研发实际支出增长率。其中,省际基础研究、应用研究和试验发展阶段资本存量分别占研发整体资本存量的 5%、15%和 80%左右,基础研究和应用研究资本存量比重呈现出一定的递减趋势,而试验发展阶段资本存量比重则呈现出明显增加趋势。与发达国家相比,中国的研发支出内部结构明显呈现出轻基础研究、重试验发展的倾向。长期忽视基础研究和核心技术的创新投入,将使得中国的产业缺乏足够的竞争优势,这可能给未来中国经济的发展质量带来潜在隐患。所以,国家应该在研发投入结构上不仅重视创新的产业化环节,而且更加重视基础研究和基础核心技术的研发投入。

(2)中国区域创新活动呈现出较为明显的非均衡分布的典型特征,北京、上海、江苏、浙江和广东等发达地区研发资本占到了全国的 80%以上。并且中国区域间创新的分工趋势越来越明显,基础研究和应用研究越来越集中在北京、上海等发达城市,两个城市基础研究存量占全国总体基础研究存量的比重接近 40%,并且也表现出明显的上升态势。而试验发展的资本逐步向产业化环节更加接近的广东、江苏等制造业发达的地区集聚。东部地区试验发展资本占比超过了 75%,并且比重显著上升。所以,在关注研发资本“集聚效应”的同时,地方政府应该更加注重创新的分工协作,充分发挥创新的外溢效应。

(3)应用研究资本投入与基础研究和试验发展资本投入形成了良好的“协同效应”。基础研究资本存量占 GDP 的比重增加 1 个百分点,可以带动应用研究占 GDP 的比重增加 1.972 个百分点,而试验发展资本存量占 GDP 的比重增加 1 个百分点,可以带动应用研究资本存量占 GDP 的比重增加 0.166 个百分点。这是中国区域创新投入中呈现的较好现象,需要各地方有关部门予以重点支持。高校的知识创新推动、研究机构的技术科研带动、企业的技术需求拉动、政府的创新政策引导都会促进产学研的整体效果及效率水平提升。各地方政府应该打通创新要素流动的体制性障碍,克服创新活动的本地属性,加强地区创新信息交流,提升区域创新的效率。

(4) 试验发展资本对基础研究资本形成了明显的“挤占效应”。试验发展资本存量占 GDP 的比重增加 1 个百分点, 会减少基础研究占 GDP 的比重 0.016 个百分点。试验发展投入的增加部分地挤占了基础研究投入, 这使得政府有关部门不得不关注基础研究的投入问题。相对于应用研究而言, 基础研究不仅周期长而且难度大, 但对创新和技术进步却发挥着基础性的作用。大量核心技术背后是长期基础研究的积累, 基础研究作为原始性创新的重要投入要素, 是中国在国际上获得科技制高点的关键。为了改变试验发展阶段投入对于基础研究投入的“挤占效应”, 需要改变基础研究只依赖政府资助高校和科研机构现状, 吸收企业参与到基础研究的项目和计划中来, 通过税收和财政补贴等政策支持大企业加大基础研究投入, 并支持建立产学研联盟, 建立协同创新的长效机制。

[参考文献]

- [1] 武鹏. 改革以来中国经济增长驱动力转换[J]. 中国工业经济, 2013, (2): 5-16.
- [2] 陈实, 章文娟. 中国 R&D 投入强度国际比较与分析[J]. 科学学研究, 2013, (7): 1022-1031.
- [3] Martin, R., and P. Sunley. Paul Krugman's Geographical Economics and Its Implications for Regional Critical Assessment[J]. *Economic Geography*, 1996, 72(3): 259-292.
- [4] Krugman, P. Increasing Returns and Economic Geography [J]. *The Journal of Political Economy*, 1991, 99(3): 483-99.
- [5] 袁潮清, 刘思峰. 区域创新体系成熟度及其对创新投入产出效率的影响——基于我国 31 个省份的研究[J]. 中国软科学, 2013, (3): 101-108.
- [6] 傅首清. 区域创新网络与科技产业生态环境互动机制研究——以中关村海淀科技园区为例[J]. 管理世界, 2010, (6): 8-13.
- [7] 余泳泽, 刘大勇. 我国区域创新效率的空间外溢效应与价值链外溢效应——创新价值链视角下的多维空间面板模型研究[J]. 管理世界, 2013, (7): 6-20.
- [8] 赵增耀, 章小波, 沈能. 区域协同创新效率的多维溢出效应[J]. 中国工业经济, 2015, (1): 32-44.
- [9] Jaffe, A. B. Real Effects of Academic Research[J]. *American Economic Review*, 1989, 79(5): 957-971.
- [10] Hansen, M. T., and J. Birkinshaw. The Innovation Value Chain [J]. *Harvard Business Review*, 2007, 85(6): 121-135.
- [11] 余泳泽, 张先轸. 要素禀赋、适宜性创新模式选择与全要素生产率提升[J]. 管理世界, 2015, (9): 9-38.
- [12] 马光荣, 杨恩艳. 打到底线的竞争——财政分权、政府目标与公共品的提供[J]. 经济评论, 2010, (6): 59-69.
- [13] Griliches, Z. R&D and Productivity Slowdown[J]. *American Economic Review*, 1980, 70(1): 343-348.
- [14] Coe, D. S., and E. Helpman. International R&D Spillovers[J]. *European Economic Review*, 1995, 39(5): 859-887.
- [15] 吴延兵. 中国工业 R&D 产出弹性的测算[J]. 经济学(季刊), 2008, (4): 869-890.
- [16] Hall, B. H., and J. Mairesse. Exploring the Relationship between R&D and Productivity in French Manufacturing Firms [J]. *Journal of Econometrics*, 1995, 65(1): 263-293.
- [17] Hu, A. G. Z., G. H. Jefferson, and Q. Jin-chang. R&D and Technology Transfer: Firm Level Evidence from Chinese Industry[J]. *Review of Economics and Statistics*, 2005, 87(4): 780-786.
- [18] 吴延兵. R&D 存量、知识函数与生产效率[J]. 经济学(季刊), 2006, 5(4): 1129-1156.
- [19] 黄勇峰, 任若恩, 刘晓生. 中国制造业资本存量永续盘存法估计[J]. 经济学(季刊), 2002, (2): 376-396.
- [20] 张翼. 市场结构、企业研发竞争与创新绩效[D]. 复旦大学博士学位论文, 2010.
- [21] 周密. 研发存量、研发经费来源与知识生产效率[J]. 经济评论, 2012, (5): 61-68.
- [22] Goto, A., and S. Kazuyuki. R&D Capital, Rate Return on R&D Investment and Spillover of R&D in Japanese Manufacturing Industries[J]. *Review of Economics and Statistics*, 1989, 71(4): 555-564.

- [23] Lev, B., and P. Zarowin. The Boundaries of Financial Reporting and How to Extend Them (Digest Summary) [J]. *Journal of Accounting Research*, 1999, 37(2): 353–385.
- [24] Bosworth, D. L. The Rate of Obsolescence of Technical Knowledge—A Note [J]. *The Journal of Industrial Economics*, 1978, 26(3): 273–279.
- [25] 刘建翠, 郑世林, 汪亚楠. 中国研发(R&D)资本存量估计: 1978—2012[J]. *经济与管理研究*, 2012, (2): 18–25.
- [26] 张军, 吴桂英, 张吉鹏. 中国省级物质资本存量估算: 1952—2000[J]. *经济研究*, 2004, (10): 35–44.
- [27] Elhorst, J. P. Unconditional Maximum Likelihood Estimation of Linear and Log linear Dynamic Models for Spatial Panels[J]. *Geographical Analysis*, 2005, 37(1): 85–106.
- [28] Arrelano, M., and S. Bond. Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations[J]. *The Review of Economic Studies*, 1991, 58(2): 277–297.
- [29] Elhorst, J. P. Dynamic Spatial Panels: Models, Methods, and Inferences [J]. *Journal of Geographical Systems*, 2012, 14(1): 5–28.
- [30] Lee, L. F., and J. Yu. Some Recent Developments in Spatial Panel Data Models [J]. *Regional Science and Urban Economics*, 2010, 40(5): 255–271.
- [31] Baltagi, B. H., S. H. Song, and W. Koh. Testing Panel Data Regression Models with Spatial Error Correlation [J]. *Journal of Econometrics*, 2003, 117(1): 123–150.
- [32] Hsiao, C., M. P. Hashem, and T. A. Kamil. Maximum Likelihood Estimation of Fixed Effects Dynamic Panel Data Models Covering Short Time Periods[J]. *Journal of Econometrics*, 2002, 109(1): 107–150.

The Synergistic Effect and Crowding out Effect of Chinese Regional Innovation Activities—Based on the Perspective of Innovation Value Chain

YU Yong-ze^{1,2}

(1. Nanjing University of Finance & Economics, Nanjing 210046, China;

2. Institute of Industrial Economics CASS, Beijing 100836, China)

Abstract: Taking into account of differences in the provincial price index and the rate of depreciation, this paper estimates China's 30 provinces provincial R&D capital stock from 1998 to 2013 which starts from the adjusted accounting methods. Based on the perspective of innovation value chain, we analyze the spatial spillover effect and the value chain spillover effect of China's provincial R&D capital. At the same time, we analyze the synergistic effect and crowding out effect. The results show that the internal structure of regional innovation activities in China presents the phenomenon of “set down basic research and emphasis on application research”. The proportion of test development phase capital stock exceeds 80%, and the proportion of applied research and basic research capital stock is less than 20%. There is a clear spatial spillover effect and the value chain spillover effect in the stock of R&D capital. Fundamental research and test development capital investment has a good synergistic effect on application research capital investment, but test development capital investment has a certain crowding out effect on fundamental research capital investment.

Key Words: R&D capital stock; space spillover; innovation value chain; synergistic effect; crowding out effect

JEL Classification: O31 E22 R12

[责任编辑:覃毅]