

# 进口中间品技术溢出与全要素生产率

姜青克 戴一鑫 郑玉

(南京大学经济学院,江苏南京 210093)

**摘要:** 结合世界投入产出数据库和经合组织数据库,测算了进口中间品包含的研发内容,在此基础上采用1995—2009年27个国家14个制造业的面板数据检验中间品技术溢出对全要素生产率的影响。结果显示:第一,外国研发资本通过进口中间品的技术溢出对全要素生产率有显著的正向影响,行业间中间品对生产率有显著积极影响,而行业内中间品对生产率的影响不显著。第二,来自中国的中间品包含的研发内容对世界其他国家的全要素生产率有一定的正向影响,但主要集中在低研发行业,高研发行业并不显著。对比美国,它所输出的中间品包含的研发内容对其他国家的生产率有重大影响,包括高研发行业和低研发行业,尤其是前者。第三,中国的研发溢出更多是通过一次性的直接中间品的出口对世界产生影响,美国不仅通过直接中间品,还通过间接中间品的输出在更长的生产链上对世界产生影响。

**关键词:** 进口中间品包含的研发内容; 国际技术溢出; 研发存量; 全要素生产率; 投入产出方法  
**中图分类号:** F062.9    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1671-9301(2018)04-0099-14

DOI:10.13269/j.cnki.ier.2018.04.009

## 一、引言

随着国际分工的发展和深化,生产分割和离岸外包等形式成为全球生产链的主要构成方式,中间品贸易成为国际贸易的主要构成部分。进口中间品是一国要素和技术的结合,其中包含的技术知识通过跨国购买实现了跨国转移,所以进口中间品是国际技术扩散的主要载体之一。国际技术扩散是提高各国全要素生产率的主要发动机之一,进口中间品贸易对一国全要素生产率的积极影响也就不言而喻。

不管是理论研究还是实证分析,进口中间品对全要素生产率的影响都是国际贸易研究热点之一。理论上,20世纪80年代后期,内生经济增长理论和新贸易理论开始在开放经济条件下研究技术进步,进口贸易成为国际技术溢出的主要途径。Romer<sup>[1]</sup>认为,通过进口一国获得了更多可以利用的人力资本,经济增长速度提高。Rivera-Batiz and Romer<sup>[2]</sup>发现企业进口新种类的中间品,既提高了生产率,又促进了新产品的生产,从而推动了全球经济增长。Grossman and Helpman<sup>[3]</sup>认为研发资本存量物化在中间品的生产过程中,新技术通过中间品贸易产生扩散,最终提高本国的全要素生产率。

实证上, Schmookler<sup>[4]</sup>最早发现中间品中物化了研发知识,并在行业层面对中间品使用和生产率之间的正向关系做了数据检验,随后类似的研究包括 Terleckyj<sup>[5]</sup>, Scherer<sup>[6]</sup>, Griliches and Lichtenberg<sup>[7]</sup>和 Goto and Suzuki<sup>[8]</sup>等。关于研发投入通过中间品贸易产生国际溢出的问题, Coe and

收稿日期:2018-01-15; 修回日期:2018-05-25

**作者简介:** 姜青克(1983—),男,河南郑州人,南京大学经济学院产业经济学系博士研究生、伊犁师范学院讲师,研究方向为全球价值链与技术扩散;戴一鑫(1991—),男,江苏无锡人,南京大学经济学院产业经济学系博士研究生,研究方向为经济增长与创新发展;郑玉(1990—),女,安徽安庆人,南京大学经济学院产业经济学系博士研究生,研究方向为全球价值链与结构变迁。

基金项目:国家社会科学基金重大项目(15ZDA060)

Helpman<sup>[9]</sup>进行了开创性的研究(CH模型),利用国家层面的数据发现发展中国家的全要素生产率与其贸易伙伴的研发投入以及机械设备进口量呈显著的正相关关系。此后,很多文献从不同侧面对CH模型进行了拓展和修正。CH模型中使用进口量作为对外国研发存量估计时的权重,Coe *et al.*<sup>[10]</sup>和Lichtenberg and Potterie<sup>[11]</sup>(LP模型)使用进口量和国内生产总值的比值作为对外国研发存量估计时的权重,Keller<sup>[12]</sup>使用了一个非线性的估计模型,把进出口国家之间地理距离作为对外国研发存量估计时的权重。Nishioka and Ripoll<sup>[13]</sup>使用投入产出表定义了中间品中包含的研发内容,取代了之前文献简单地给外国研发存量加权重的做法。Keller<sup>[14]</sup>把外国研发存量分解成行业内和行业间两个部分。Eaton and Kortum<sup>[15]</sup>增加贸易距离为新的解释变量,类似地,Edwards<sup>[16]</sup>增加了开放度变量,Madsen<sup>[17]</sup>加入了跨国公司变量。Lee<sup>[18]</sup>, Xu and Wang<sup>[19]</sup>和Dulleck and Foster<sup>[20]</sup>还区分了发达国家和发展中国家,资本品和非资本品的技术溢出效应。

国内对进口中间品技术溢出和全要素生产率之间关系的研究集中在实证检验方面。李小平和朱钟棣<sup>[21]</sup>采用6种计算外国研发存量的方法,首次就国际研发溢出对中国工业行业的技术进步增长、技术效率增长和全要素生产率增长的影响作了实证分析。在上述的这些实证研究中,多数文献发现国内研发存量生产率弹性为负,高凌云和王永中<sup>[22]</sup>指出存在这个问题的症结就在于没有区分国际研发溢出的物化型与非物化型渠道。谢建国和周露昭<sup>[23]</sup>利用中国省区面板数据发现国际研发通过贸易产生的技术溢出具有显著的地区差异。肖文和林高榜<sup>[24]</sup>基于CH模型将进口品区分为消费品和资本品,发现资本品进口对我国技术进步有显著的正面作用,而消费品作用不明显。钱学峰等<sup>[25]</sup>从进口品种类变化的角度考察了进口贸易如何影响制造业全要素生产率,发现存在水平效应和直接竞争效应两种机制。张翊等<sup>[26]</sup>构建了一个进口中间品通过数量、种类和价格效应影响全要素生产率的理论模型。张杰等<sup>[27]</sup>发现中间品和资本品进口规模与企业生产率呈现显著正相关。魏浩等<sup>[28]</sup>从进口来源地的角度分析了中间品进口对企业全要素生产率的影响,归纳了成本节约效应和生产互补效应两种机制。

总之,理论上进口中间品带来的研发溢出对全要素生产率的正向影响已在学界形成共识,实证上的焦点就在于如何在CH模型的基础上进行扩展,其中如何定义物化在进口中间品中的外国资本存量是重点,多数文献采用在估计时给外国资本存量加权重的方法。Falvey *et al.*<sup>[29]</sup>按照技术知识是公共产品还是私人产品的假设,对外国研发存量的计算总结了6种方法,但不外乎使用不同的进口量和国内生产总值组合作为权重。大多数国内外实证文献基本都使用了这6种方法。国内的实证文献基本上是在CH模型和LP模型基础上的扩展,主要研究外国研发存量通过进口中间品对我国全要素生产率的影响。

本文所做的工作与上述文献的主要区别在于:第一,使用中间品包含的研发内容,取代了简单的给外国研发存量加权重的做法。随着国际分工的细化和深入,中间品的使用不仅仅是一次性的直接关系,而是由里昂惕夫矩阵所刻画的迭代关系。中间品包含的研发内容是估计进口中间品与生产率关系时更准确的解释变量。虽然Nishioka and Ripoll<sup>[13]</sup>定义了这一概念,但由于数据的限制,仅计算了非连续3年的数值。2014年国际投入产出数据库(WIOD)的公布为计算这一变量提供了便利,本文测算了1998年到2009年连续时间27个国家和地区14个制造业行业的中间品包含的研发内容,将使用它作为主要解释变量。使用该数据库分析全球价值链对全要素生产率变化的文献也不少,比如王高凤和郑玉<sup>[30]</sup>分析了生产分割长度和全要素生产率的关系,郑玉等<sup>[31]</sup>使用空间计量的方法分析了国际生产分割对生产率的空间溢出效应。第二,近年来随着创新意识的增强,国内研发投入急剧增长,研发存量的上升到底有没有促进生产率的提高值得检验。CH模型及其拓展的一个问题在于往往出现国内研发存量影响不显著甚至对生产率负向影响的现象,本文另辟蹊径检验一下来自中国的中间品带来技术溢出对世界其他国家生产率的影响,同时也考察一下作为一个成长中的大国是

否在创新活动上也承担了相应的大国责任,为了比照,本文也估计了美国的情况。

本文余下内容结构安排如下:第二部分,特征事实和数据说明;第三部分,计量模型和实证结果分析;第四部分,稳健性检验;第五部分,结论。

## 二、特征事实和数据说明

研发投入通过中间品对全要素生产率的影响是本文的主要研究内容,所涉及的变量包括行业层面的研发存量、中间品包含的研发内容和全要素生产率。首先通过观察它们的统计特征来发现一些典型事实。主要的数据来源有两个:世界投入产出数据库(WIOD)中的世界投入产出表(WIOT)和社会经济账户(SEA)中的资本、劳动力的相关数据,国际经合组织(OECD)的商业企业研发投入数据库。

### (一) 行业层面的研发存量

本文使用永续盘存法来计算国家*i*行业*h*在*t*时间的研发存量 $S_{iht}$ ,用公式表示如下:

$$S_{iht} = (1 - \delta) S_{iht-1} + R_{iht} \quad (1)$$

其中 $\delta$ 表示研发存量的折旧率, $R_{iht}$ 表示研发支出。为了得到研发存量的初始值,使用了如下公式:

$$S_{iht0} = \frac{R_{iht0}}{\delta + g_{ih}} \quad (2)$$

其中 $g_{ih}$ 表示国家*i*行业*h*研发支出的平均增长速度。根据Coe and Helpman<sup>[9]</sup>和Nishioka and Ripoll<sup>[13]</sup>等文献中的设定,选取 $\delta = 0.15$ ,之所以选取一个相对较大的值,一方面考虑到知识的更新速度越来越快,另一方面使用的数据中很多行业在计算期间都是负增长,选取一个较大的值可以避免初始研发资本存量为负的状况。

在计算研发存量时,研发支出的数据主要来自OECD统计数据库中商业企业研发支出数据集,使用的行业分类标准为ISIC rev. 3.1。由于数据缺失的问题,本文选取了其中27个国家和地区14个制造行业的数据,计算了它们从1998年到2009年的研发存量。

图1显示了2009年27个国家和地区14个制造行业<sup>①</sup>研发存量的占比,可以观察到研发存量主要集中在电子和光学设备(30t33)、化学品和化学制品(24)、运输设备(34t35)和机械设备(29)等几个行业。这四个行业的研发存量占总体的85%左右,本文就将这四个行业定义为高研发行业,这与OECD数据库中相应的行业分类也是一致的。

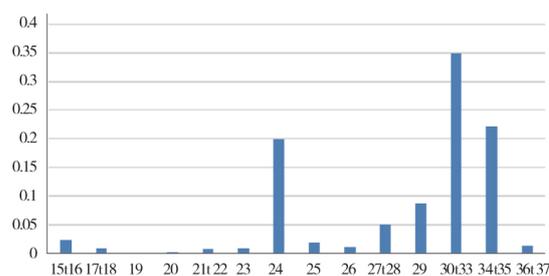


图1 2009年27个国家和地区研发存量的行业占比

图2显示了研发存量中中国的占比,可以观察到:首先,中国的研发总量已不容忽视,行业占比最低超过5%,最高超过40%;其次,相对来说在高研发行业占比较低,在低研发行业占比较高。

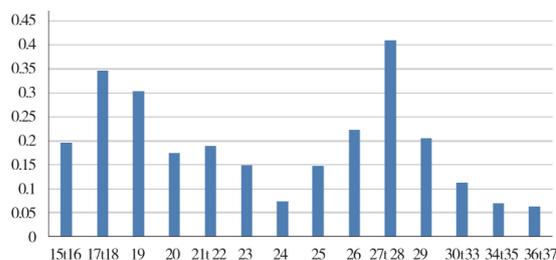


图2 2009年制造业研发存量的中国占比

### (二) 中间品包含的研发内容

与多数文献直接使用加权的研发存量不同,Nishioka and Ripoll<sup>[13]</sup>提出了中间品包含的研发内容(the R&D content of intermediate inputs)的概念用来代替简单对外国研发存量加权重的做法。其基本的逻辑在于全球研发知识的重要传播途径是全球范围内中间投入品的使用,包括直接使用和间接使用,文章使用世界投入产出表定义了中间品包含的研发内容。

投入产出方法来自Leontief<sup>[32]</sup>开创性的研究:他总结了投入产出的基本特征,所有的产出要么

被消费要么被作为生产的中间品,用等式表达  $Q = BQ + C$ ,  $Q$  表示行业产出矩阵,  $C$  表示消费向量,  $B$  表示中间投入品系数矩阵。生产过程中对中间品的需求是一个递归的过程,在整个生产过程中直接和间接中间品的总和为:

$$BQ + \sum_{n=1}^{\infty} B^n(BQ) = \sum_{n=0}^{\infty} B^n(BQ) = (I - B)^{-1}BQ \quad (3)$$

假设一个世界由  $M$  个国家和  $N$  个行业组成,则中间品投入系数矩阵  $B$  为  $MN \times MN$  的方阵,总产出  $Q$  为  $MN \times 1$  的列向量。令  $S = D\hat{Q}$ , 其中  $S$  为  $1 \times MN$  的行向量,表示各国家行业层面的研发存量,  $\hat{Q}$  表示产出向量  $Q$  的对角化矩阵,那么  $D$  就表示单位产出研发存量,表达式为:

$$D = S\hat{Q}^{-1} \quad (4)$$

定义中间投入品中包含的研发内容  $F$  为:

$$F = D(I - B)^{-1}B\hat{Q} \quad (5)$$

那么  $F$  就是一个  $1 \times MN$  的行向量,表示中间投入品中包含的来自全球的所有研发存量,其元素  $F_{ih}$  衡量了国家  $i$  行业  $h$  从全世界所有国家所有行业购买的中间品中所包含的本国和外国的研发存量。同理,直接中间投入品中包含的研发内容可以表示为:

$$F^d = DB\hat{Q} \quad (6)$$

得到研发存量后,结合世界投入产出表,利用公式(5)就可以计算中间品中包含的研发内容。表1展示了相关的计算结果。

表1 2009年中间品包含的研发内容的总体统计特征

industry	Mean	St. Dev.	Min	Max	Mean	St. Dev.	Min	Max
1.1 本国中间品包含的研发内容				1.2 外国中间品包含的研发内容				
15t16	2 704.41	6 701.75	5.26	29 530.99	1 271.67	1 723.79	32.76	<b>7 605.96</b>
17t18	1 370.33	4 553.15	1.10	<b>23 218.08</b>	775.75	2 224.08	15.97	<b>11 764.02</b>
19	199.32	806.20	0.27	<b>4 209.66</b>	126.24	425.10	1.75	<b>2 220.94</b>
20	466.24	1 186.03	0.95	<b>5 033.45</b>	251.06	524.50	9.68	<b>2 701.36</b>
21t22	1 382.93	3 603.23	2.24	16 193.66	706.36	1 139.03	37.56	<b>5 163.81</b>
23	604.02	1 444.15	0.03	<b>5 793.89</b>	635.59	837.28	0.26	<b>3 673.65</b>
24	6 788.34	18 742.46	3.39	84 662.40	3 234.96	4 610.89	116.20	<b>22 190.61</b>
25	2 891.39	7 424.26	12.00	<b>26 054.17</b>	1 291.37	2 226.12	77.30	<b>11 361.67</b>
26	933.70	2 820.36	3.38	<b>1 4226.80</b>	516.47	1 436.66	19.18	<b>7 628.66</b>
27t28	5 521.46	14 167.19	12.59	<b>65 321.71</b>	2 620.19	5 244.38	86.63	<b>26 824.91</b>
29	4 522.13	10 754.59	6.99	<b>46 370.68</b>	2 460.92	4 887.27	48.74	<b>24 868.85</b>
30t33	9 867.39	25 370.40	28.06	<b>107 339.3</b>	9 633.35	2 5276.63	66.51	<b>132 700.3</b>
34t35	12 312.26	28 334.84	7.94	110 890.1	5 665.74	7 091.43	49.12	<b>25 397.14</b>
36t37	700.16	1 654.76	1.72	7 815.38	415.31	459.70	17.91	1 875.67
1.3 中国中间品包含的研发内容				1.4 美国中间品包含的研发内容				
15t16	82.74	151.11	1.71	771.48	337.12	531.61	4.48	1 989.04
17t18	48.88	70.77	1.02	317.25	173.43	505.35	3.44	2 606.63
19	3.51	4.70	0.17	23.14	30.49	99.47	0.43	506.87
20	12.34	22.85	0.48	113.85	65.44	148.89	1.24	669.65
21t22	46.05	111.23	1.69	580.80	172.68	328.99	5.01	1 602.01
23	37.37	52.85	0.01	233.68	166.81	229.66	0.04	821.87
24	122.05	212.39	3.48	1 013.66	822.64	1 182.49	10.72	5 381.28
25	53.50	92.23	1.92	405.11	337.74	611.44	8.35	2 794.41
26	19.96	27.11	0.95	125.48	120.80	349.28	2.42	1 806.43
27t28	183.44	304.51	4.68	1 080.14	554.49	1 309.46	11.76	6 706.09
29	173.94	264.07	3.47	955.76	528.02	1 047.09	5.24	5 090.87
30t33	608.05	803.81	4.40	2 829.52	2 416.12	5 605.41	6.84	27 918.50
34t35	350.67	612.01	2.59	2 711.27	1 416.35	2 406.31	7.31	10 713.06
36t37	35.94	56.06	1.17	287.24	102.14	155.22	2.60	607.11

表1展示了2009年27个国家和地区14个制造行业中间品包含的研发内容的一些统计特征。1.1部分展示的是本国中间品包含的研发内容,1.2部分展示的是外国中间品包含的研发内容,其中最大值加粗的数字表示是来自中国的数据,本国部分中国有9个行业处于首位,外国部分中国有13个行业处于首位,这说明中国可能是受到的世界范围内的研发溢出影响最大的国家之一。从中间品包含的研发内容的计算过程来看,可能原因在于中国本国巨大的研发存量和中间品贸易量。1.3部分展示的是其他国家从中国获得的直接或间接中间品包含的研发内容,表示中国研发存量对其他国家的溢出影响,1.4部分展示的是美国的情况。通过对比,在所有14个行业中国对其他国家的影响都远远不如美国,无论是最大值、最小值,还是平均值,中国都是较小的那个,平均值只有美国的20%~30%。

### (三) 行业层面的全要素生产率

根据Caves *et al.* [33]的方法,本文使用行业增加值 $Y_{iht}$ 、劳动补偿份额 $\sigma_{iht}$ 、资本存量 $K_{iht}$ 和劳动力数量 $L_{iht}$ 来计算行业层面的 $TFP_{iht}$ ,具体计算公式如下:

$$\ln TFP_{iht} = \left( \ln Y_{iht} - \frac{1}{N} \sum_i \ln Y_{iht} \right) - \frac{1}{2} \left( \sigma_{iht} + \frac{1}{N} \sum_i \sigma_{iht} \right) \left( \ln L_{iht} - \frac{1}{N} \sum_i \ln L_{iht} \right) - \left( 1 - \frac{1}{2} \left( \sigma_{iht} + \frac{1}{N} \sum_i \sigma_{iht} \right) \right) \left( \ln K_{iht} - \frac{1}{N} \sum_i \ln K_{iht} \right) \quad (7)$$

其中 $N=27$ 是国家的样本数量。Harrigan [34], Keller [12]和Nishioka and Ripoll [13]也同样使用了这个生产率指数,它有两个特点值得注意:第一,这是一个被标准化的指数。如公式所示,个体增加值、劳动力数量和资本存量都消去了样本均值的影响,这种标准化不失一般性还部分消除了生产率绝对水平中的时间趋势,实证过程中单位根、非平稳和序列自相关等现象出现的概率也大大降低。第二,在计算劳动力份额和资本份额时,使用的是劳动补偿份额和它的样本均值的平均值,根据Keller [12]中的讨论,这样大大降低联立方程的偏误。

在计算行业层面的全要素生产率时所使用的增加值、劳动补偿份额、资本存量和劳动力数量等数据主要来自世界投入产出数据库中的社会经济账户。在把全要素生产率和中间品包含的研发内容分别取对数之后,以前者为纵轴,后者为横轴,图3描绘了这两个变量的散点图,同时画出了它们的线性拟合曲线,两者之间存在明显的正相关关系。

### 三、计量模型和实证结果分析

本部分主要展示实证检验的过程和主要结果,估计了生产率相对于中间品包含的研发内容的弹性。在基准回归中进行了整体估计,后续区分本国和外国、行业内和行业间、以及本国、中国和其他国家,本国、美国和其他国家分别进行回归。

#### (一) 计量模型设定

现有文献对生产率和研发之间关系的实证研究非常多,其中Coe and Helpman [9]提出的实证方程是此类研究的基础:

$$\ln TFP_{it} = \alpha_i + \beta \ln S_{it} + \rho \ln S_{it}^f + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

其中 $TFP_{it}$ 表示国家 $i$ 在 $t$ 时间的生产率, $\alpha_i$ 表示国家固定效应, $S_{it}$ 表示本国的研发存量, $S_{it}^f$ 表示外国的研发存量。问题的关键在于如何测算 $S_{it}^f$ ,其中一个简单的方法是使用进口占国内生产总值的

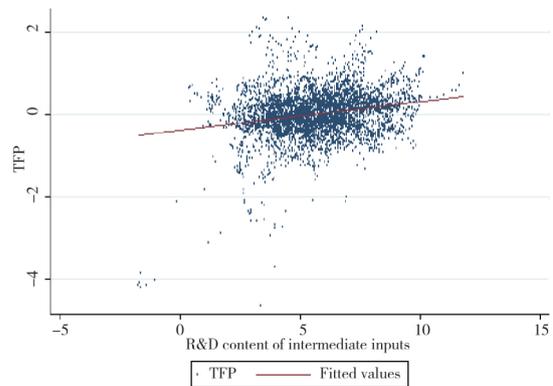


图3 中间品包含的研发内容与全要素生产率

比重作为权重对外国的研发存量进行加总,用公式表示如下:

$$S_{it}^f = \sum_j \omega_{ijt} S_{jt} = \sum_j \frac{imports_{ijt}}{GDP_{jt}} S_{jt} \quad (9)$$

其中  $imports_{ijt}$  表示国家  $i$  从国家  $j$  的进口,  $GDP_{jt}$  表示国家  $j$  的国内生产总值。如果要考察行业水平的影响,公式(8)可以改写为:

$$\ln TFP_{iht} = \alpha_{ih} + \alpha_i + \beta \ln S_{iht} + \rho \ln S_{iht}^f + \varepsilon_{iht} \quad (10)$$

其中  $h$  表示行业,  $\alpha_{ih}$  表示国家和行业固定效应。此后文献大多是在公式(10)的基础上进行拓展。比如, Keller<sup>[12]</sup> 使用了一个非线性的以国家之间的地理距离为权重的回归方程, Keller<sup>[14]</sup> 把外国的研发存量分成同行业和其他行业两个部分,并用出口比重作为权重进行加总。

总之,在研究生产率和研发投入之间关系时,如何定义物化在进口中间品中的外国资本存量是重点,多数文献采用在估计时给外国资本存量加权重的方法,而本文用进口中间品包含的研发内容来取代这一做法。这是因为中间品包含的研发内容相对于其他方法有多个优点。首先,它把对研发存量的衡量放在更加统一的框架下,非常容易区分研发存量的来源。其次,使用国家行业层面中间品的购买作为衡量研发存量的标准,经济逻辑更加合理,更精确地捕捉研发知识传播的规律。最后,不仅考虑直接中间品投入,还考虑间接中间品投入,里昂惕夫投入产出思想的应用使得对研发知识传播的捕捉更加完整。除了中间品包含的研发内容之外,影响生产率的因素还包括其他因素如人力资本、资本深化程度和对外直接投资等。Romer<sup>[1]</sup> 认为进口相当于利用了更多的人力资本,谢建国和周露昭<sup>[23]</sup> 以及初晓和李平<sup>[35]</sup> 认为人力资本显著地影响对外国研发溢出的吸收能力,因此加入控制变量高技能劳动力占比和资本劳动比。此外,这将是一个国家、行业和时间三维的面板数据回归,不同的文献中控制的变量不同, Keller<sup>[12]</sup> 控制了国家和行业, Coe *et al.*<sup>[10]</sup> 和 Nishioka and Ripoll<sup>[13]</sup> 控制了国家和时间。本文更倾向于前者,因为其他潜在的可能会影响生产率的变量大多也是国家和行业固定的。于是本文所使用的基准回归方程为:

$$\ln TFP_{iht} = \alpha_{ih} + \alpha_i + \beta \ln F_{iht} + \gamma_1 \ln h\_labor_{iht} + \gamma_2 K\_L_{iht} + \varepsilon_{iht} \quad (eq. 1)$$

其中  $F_{iht}$  表示国家  $i$  行业  $h$  使用的中间品包含的研发内容,  $h\_labor_{iht}$  表示高技能劳动力占比,  $K\_L_{iht}$  表示资本劳动比,这两部分数据均来自 WIOD 数据库提供的社会经济账户,  $\alpha_{ih}$  表示国家和行业固定效应。

## (二) 基准回归

基准回归主要考察生产率和总体中间品包含的研发内容之间的关系,使用上节所列方程 1 进行估计,估计结果如表 2 所示。

表 2 展示了基准回归的估计结果,按照三个解释变量逐步回归的顺序分别列示了最小二乘回归和固定效应回归

表 2 方程 1 的回归结果

VARIABLES	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	OLS	FE	OLS	FE	OLS	FE
$F$	0.0552 *** (0.005 88)	0.167 *** (0.018 1)	0.0522 *** (0.006 20)	0.201 *** (0.023 6)	0.0580 *** (0.005 32)	0.206 *** (0.020 3)
$H\_Labor$			0.042 2 *** (0.012 6)	-0.112 *** (0.034 4)	0.237 *** (0.014 5)	0.168 *** (0.039 7)
$K\_L$					-0.226 *** (0.011 0)	-0.427 *** (0.031 3)
$Constant$	-0.323 *** (0.040 1)	-1.434 *** (0.143)	-0.214 *** (0.057 8)	-1.910 *** (0.232)	0.974 *** (0.070 7)	0.626 ** (0.268)
Observations	4 536	4 536	4 536	4 536	4 536	4 536
R-squared	0.038	0.847	0.041	0.848	0.206	0.868

的结果。不管哪种回归方式,生产率相对于中间品包含的研发内容的弹性在 1% 的水平上都是显著为正的。使用 OLS 得到的弹性系数要远小于 FE 方法得到的弹性系数,未加入控制变量得到的弹性也明显小于加入控制变量得到的弹性,且逐步稳定在 0.2 左右。总之,中间品包含的研发内容对全

要素生产率有显著的积极影响。

### (三) 分解研发存量来源

中间品包含的研发内容把对研发存量的衡量放在更加统一的框架下,非常容易区分研发存量的来源,因此本小节再估计四个方程。第一个方程,把总体的中间品包含的研发内容分解为来自行业内的中间品包含的研发内容和来自行业间的中间品包含的研发内容。分解的关键在于使用公式(4)计算单位产出的研发存量时对行业内和行业间加以区分,估计方程如下所示:

$$\ln TFP_{iht} = \alpha_{ih} + \alpha_t + \beta_1 \ln F_{iht}^{intra} + \beta_2 \ln F_{iht}^{inter} + \gamma_1 \ln h\_labor_{iht} + \gamma_2 K\_L_{iht} + \varepsilon_{iht} \quad (\text{eq. 2})$$

其中  $F_{iht}^{intra}$  表示国家  $i$  行业  $h$  购买的所有国家,包括本国,本行业的中间品包含的研发内容,  $F_{iht}^{inter}$  表示国家  $i$  行业  $h$  购买的所有国家其他行业的中间品包含的研发内容。

第二个方程,把总体的中间品包含的研发内容分解为来自本国的中间品包含的研发内容和来自外国的中间品包含的研发内容。分解的关键在于使用公式(4)计算单位产出的研发存量时对本国的研发存量和外国的研发存量加以区分,估计方程如下所示:

$$\ln TFP_{iht} = \alpha_{ih} + \alpha_t + \beta_1 \ln F_{iht}^d + \beta_2 \ln F_{iht}^f + \gamma_1 \ln h\_labor_{iht} + \gamma_2 K\_L_{iht} + \varepsilon_{iht} \quad (\text{eq. 3})$$

其中  $F_{iht}^d$  表示国家  $i$  行业  $h$  购买的本国所有行业的中间品包含的研发内容,  $F_{iht}^f$  表示国家  $i$  行业  $h$  购买的外国所有行业的中间品包含的研发内容。

在前文的描述性统计中发现:2009年27个国家和地区14个制造业研发存量中,中国的体量已经不容忽视,行业占比最低超过5%,最高超过40%。所以下面这个方程试图考察一下中国对世界上其他国家的影响,我国的研发活动通过中间品的流动是否能够显著地影响其他国家的生产率水平。第三个方程,把总体的中间品包含的研发内容分解为本国、中国和其他国家。分解的关键在于使用公式(4)计算单位产出的研发存量时对本国、中国和其他国家加以区分,估计方程如下所示:

$$\ln TFP_{iht} = \alpha_{ih} + \alpha_t + \beta_1 \ln F_{iht}^d + \beta_2 \ln F_{iht}^{chn} + \beta_3 \ln F_{iht}^{other} + \gamma_1 \ln h\_labor_{iht} + \gamma_2 K\_L_{iht} + \varepsilon_{iht} \quad (\text{eq. 4})$$

其中  $F_{iht}^{chn}$  表示国家  $i$  行业  $j$  购买的中国所有行业的中间品包含的研发内容,  $F_{iht}^{other}$  表示国家  $i$  行业  $j$  购买的其他国家所有行业的中间品包含的研发内容。需要注意的是,此处估计时要删除中国相关的样本。

从前文的描述性统计还可以发现:虽然中国研发存量的规模很大,但从其他国家从中国获得的直接或间接中间品包含的研发内容来看,中国研发存量对其他国家的溢出影响在所有14个行业都远远不如美国,平均值只有美国的20%~30%。所以下面这个方程试图考察美国的研发活动通过中间品的流动是否能够显著地影响其他国家的生产率水平,以此与中国的情况来做一个对比。第四个方程,把总体的中间品包含的研发内容分解为本国、美国和其他国家。分解的关键在于使用公式(4)计算单位产出的研发存量时对本国、美国和其他国家加以区分,估计方程如下所示:

$$\ln TFP_{iht} = \alpha_{ih} + \alpha_t + \beta_1 \ln F_{iht}^d + \beta_2 \ln F_{iht}^{usa} + \beta_3 \ln F_{iht}^{other1} + \gamma_1 \ln h\_labor_{iht} + \gamma_2 K\_L_{iht} + \varepsilon_{iht} \quad (\text{eq. 5})$$

其中  $F_{iht}^{usa}$  表示国家  $i$  行业  $h$  购买的美国所有行业的中间品包含的研发内容,  $F_{iht}^{other1}$  表示国家  $i$  行业  $h$  购买的其他国家所有行业的中间品包含的研发内容。需要注意的是,此处估计时要删除美国相关的样本。估计结果如表3所示。

表3中展示了对总体中间品包含的研发内容进行四种分解之后所得到的回归结果。作为对照,表3第一列还展示了上小节对总体进行估计的结果。首先来看第二列,把总体做行业内和行业间的分解,行业内中间品包含的研发内容对生产率的弹性是一个很小的负数,且不显著,行业间对生产率的弹性在1%的水平上显著为正,大小和总体的弹性相差无几,意味着研发知识对生产率产生正向影响的主要途径之一是行业间中间品的流动,而行业内中间品的流动似乎对此影响不大。Coe and Helpman<sup>[9]</sup>认为技术外溢和进口规模相关,姚利民和王若君<sup>[36]</sup>发现渠道规模决定了外溢效应的大

小,张杰等<sup>[27]</sup>发现进口规模和企业生产率呈显著正相关。现实的情况是行业间中间品的流动规模要远远大于行业内,根据测算的结果行业内中间品大多数行业只占总中间品的20%左右,有些行业甚至不到5%,通过行业内中间品的技术外溢对生产率影响不显著似乎也符合经济逻辑。其次来看第三列,把总体做本国和外国的分解,本国中间品包含的研发内容对生产率的弹性是一个负数,但不显著,外国对生产率的弹性在1%的水平上显著为正,大小和总体的弹性也相差无几,意味着研发知识对生产率产生正向影响的主要途径之一是对外国中间品的购买,而对本国中间品的购买似乎对此影响不大。这个结论与李小平和朱钟棣<sup>[21]</sup>、谢建国和周露昭<sup>[23]</sup>、楚明钦和丁平<sup>[37]</sup>等的研究结果一致。然后来看第四列,把总体进行本国、中国和其他国家的分解,本国中间品包含的研发内容对生产率的弹性在5%的水平上显著为负,中国

和其他国家对生产率的弹性在1%的水平上显著为正。从绝对值看,前两者的大小相差不大,均为0.03左右,后者为0.143,是前两个的四倍多。这意味着,研发知识对生产率产生正向影响的主要途径之一是对中国和其他国家中间品的购买,而对本国中间品的购买有一定的负向影响。因为显著性水平并不高,这与第三列的回归结果基本是一致的。中国巨大的研发存量和中间品进出口对世界创新活动和生产率的提升也做出了积极的贡献。最后来看第五列,把总体进行本国、美国和其他国家的分解,本国中间品包含的研发内容对生产率的弹性是一个负数,但不显著,美国和其他国家对生产率的弹性在1%的水平上显著为正。从绝对值看,美国对生产率的弹性是其他25个国家的2/3,充分显示了创新来源地的巨大能量。这意味着,研发知识对生产率产生正向影响的主要途径之一是对美国和其他国家中间品的购买,而对本国中间品的购买影响不大。和第四列对比看,美国对生产率的弹性是0.088,而中国为0.0332,仅有美国的三分之一左右。虽然从资本存量、专利数量等来看,中国创新规模已经非常庞大,但真正成为创新的强国还有很远的距离。总体来说,这五个方程的估计结果基本一致,可以相互印证,相互补充,中间品包含的研发内容对生产率的正向影响具有相当的稳健性。

#### (四) 高低研发行业的分解

下面对中间品包含的研发内容从另一个维度进行分解,即高研发行业和低研发行业,这在前文已经定义。高研发行业包括电子和光学设备、化学品和化学制品、运输设备和机械设备,其他为低研发行业。估计的方程仍然使用方程1到方程5,结果如表4所示。

表3 分解方程的回归结果

VARIABLES	(1) eq. 1	(2) eq. 2	(3) eq. 3	(4) eq. 4	(5) eq. 5
<i>Intra</i>		-0.000 752 (0.012 3)			
<i>Inter</i>		0.214 *** (0.021 3)			
<i>H_Labor</i>	0.168 *** (0.039 7)	0.163 *** (0.039 8)	0.125 *** (0.041 9)	0.066 7* (0.035 7)	0.089 2** (0.039 5)
<i>K_L</i>	-0.427 *** (0.031 3)	-0.429 *** (0.031 2)	-0.438 *** (0.032 6)	-0.448 *** (0.041 1)	-0.454 *** (0.033 7)
<i>F</i>	0.206 *** (0.020 3)				
<i>Domestic</i>			-0.011 7 (0.013 0)	-0.031 8** (0.013 9)	-0.010 5 (0.013 2)
<i>Foreign</i>			0.211 *** (0.018 9)		
<i>CHN</i>				0.032 2*** (0.012 1)	
<i>Other</i>				0.143 *** (0.031 1)	
<i>USA</i>					0.088 0*** (0.024 8)
<i>Other1</i>					0.125 *** (0.035 5)
<i>Constant</i>	0.626 ** (0.268)	0.607 ** (0.266)	0.770 *** (0.276)	1.130 *** (0.330)	0.901 *** (0.289)
Observations	4 536	4 536	4 536	4 368	4 368
R-squared	0.868	0.868	0.868	0.863	0.869

表4 高研发行业和低研发行业分解回归的结果

VARIABLES	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
	<i>H_R&amp;D</i> eq. 1	<i>L_R&amp;D</i> eq. 1	<i>H_R&amp;D</i> eq. 2	<i>L_R&amp;D</i> eq. 2	<i>H_R&amp;D</i> eq. 3	<i>L_R&amp;D</i> eq. 3	<i>H_R&amp;D</i> eq. 4	<i>L_R&amp;D</i> eq. 4	<i>H_R&amp;D</i> eq. 5	<i>L_R&amp;D</i> eq. 5
<i>Intra</i>			0.004 34 (0.034 3)	-0.001 25 (0.013 4)						
<i>Inter</i>			0.220 *** (0.041 1)	0.214 *** (0.026 8)						
<i>H_Labor</i>	0.212 *** (0.040 3)	0.153 *** (0.051 2)	0.189 *** (0.040 6)	0.154 *** (0.051 2)	0.166 *** (0.041 9)	0.110 ** (0.054 3)	0.139 *** (0.046 9)	0.041 8 (0.045 2)	0.117 *** (0.040 2)	0.080 2 (0.049 4)
<i>K_L</i>	-0.480 *** (0.036 3)	-0.410 *** (0.039 2)	-0.487 *** (0.036 3)	-0.412 *** (0.039 0)	-0.502 *** (0.036 8)	-0.417 *** (0.040 8)	-0.510 *** (0.044 9)	-0.432 *** (0.051 4)	-0.525 *** (0.036 1)	-0.432 *** (0.043 0)
<i>F</i>	0.203 *** (0.021 4)	0.211 *** (0.027 4)								
<i>Domestic</i>					-0.015 6 (0.016 9)	-0.009 85 (0.017 3)	-0.024 4 (0.0175)	-0.033 7* (0.018 5)	-0.013 2 (0.016 9)	-0.009 13 (0.017 4)
<i>Foreign</i>					0.216 *** (0.023 0)	0.213 *** (0.025 1)				
<i>CHN</i>							0.024 6 (0.016 8)	0.034 3 ** (0.014 9)		
<i>Other</i>							0.170 *** (0.040 5)	0.139 *** (0.039 7)		
<i>USA</i>									0.095 9 *** (0.028 5)	0.079 6 ** (0.040 5)
<i>Other1</i>									0.126 *** (0.039 3)	0.135 ** (0.057 5)
<i>Constant</i>	0.988 *** (0.263)	0.484 (0.355)	1.069 *** (0.254)	0.510 (0.349)	1.108 *** (0.258)	0.622 * (0.367)	1.348 *** (0.313)	1.035 ** (0.433)	1.214 *** (0.256)	0.752 * (0.400)
Observations	1 296	3 240	1 296	3 240	1 296	3 240	1 248	3 120	1 248	3 120
R-squared	0.896	0.861	0.897	0.861	0.898	0.861	0.893	0.856	0.901	0.861

表4展示了对高研发行业和低研发行业进行区分之后中间品包含的研发内容对生产率影响的回归结果,同时也进行了上述四种分解。其中*H\_R&D*表示高研发行业,*L\_R&D*表示低研发行业。总体上,回归结果与表3仍然非常一致,高度印证了中间品包含的研发内容对生产率正向影响。尤其是前六列与表3中的前三列高度一致,不但均在1%的水平显著为正,甚至在绝对值上也只有可以忽视的差异,均稳定在0.21左右,可见中间品包含的研发内容对生产率的影响在高研发行业和低研发行业并没有质的区别。高研发行业的研发存量和技术溢出规模可能很大,但在通过中间品来实现溢出的效率是类似的。表4中的后四列中本国和其他国家中间品包含的研发内容对生产率的弹性与表3中的后两列也是一致的,没有高低研发行业的区别。表4中最大的发现在于,低研发行业中来自中国的中间品包含的研发内容对生产率的弹性在5%的水平上显著为正,高研发行业中国的弹性虽然为正,但不显著。对比美国,在两类行业中弹性都显著为正,在高研发行业中弹性为0.0959,明显高于总体的0.088和低研发行业的0.0796,与其他国家的弹性0.126,差距更小。这意味着,高研发行业来自中国的中间品包含的研发内容对生产率没有影响,低研发行业中有一定正向影响,中国对世界创新的贡献主要集中在低研发行业,而高研发行业尚无明显作用。而美国,不管是在高研发行业还是低研发行业,对世界生产率的提高都有巨大的积极影响,作为创新强国名副其实。这也进一步印证了上文中的描述统计:中国的研发存量在高研

发行业中占比较低,在低研发行业中占比较高。强调研发投入的质量,转变研发投入的方向是我国未来需要做出的转变。

#### 四、稳健性检验

本节考虑从样本选取和估计方法上给出一些稳定性检验,进一步验证中间品包含的研发内容对生产率的正向关系,尤其是通过中国和美国在高研发行业与低研发行业之间表现的对比上,来发现我国创新活动取得的成就和存在的问题。

首先用直接中间品来代替所有中间品进行第一个稳健性检验。上文一直使用利用里昂惕夫逆矩阵计算的直接中间品和间接中间品总和包含的研发内容来进行估计,此处用公式(6)计算的直接中间品来替代。估计使用了方程1、方程4和方程5,区分所有行业、高研发行业和低研发行业,估计结果如表5所示。

表5 使用直接中间品的估计结果

VARIABLES	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	All eq. 1	H_R&D eq. 1	L_R&D eq. 1	All eq. 4	H_R&D eq. 4	L_R&D eq. 4	All eq. 5	H_R&D eq. 5	L_R&D eq. 5
<i>i_Domestic</i>				-0.026 6*	-0.018 2	-0.029 1	-0.001 64	-0.005 96	0.001 20
				(0.014 0)	(0.017 3)	(0.018 7)	(0.013 2)	(0.016 8)	(0.017 6)
<i>i_CHN</i>				0.037 0***	0.027 1*	0.039 9***			
				(0.010 0)	(0.014 5)	(0.011 9)			
<i>i_Other</i>				0.132***	0.153***	0.131***			
				(0.029 8)	(0.038 0)	(0.036 6)			
<i>H_Labor</i>	0.206***	0.245***	0.193***	0.070 7*	0.157***	0.040 4	0.138***	0.160***	0.129**
	(0.041 5)	(0.039 6)	(0.053 3)	(0.039 0)	(0.045 4)	(0.050 4)	(0.046 7)	(0.040 8)	(0.060 1)
<i>K_L</i>	-0.41***	-0.468***	-0.401***	-0.441***	-0.500***	-0.424***	-0.432***	-0.507***	-0.409***
	(0.031 1)	(0.036 6)	(0.039 3)	(0.039 7)	(0.044 0)	(0.050 0)	(0.032 3)	(0.036 1)	(0.041 0)
<i>i_F</i>	0.186***	0.191***	0.186***						
	(0.021 3)	(0.022 2)	(0.027 6)						
<i>i_USA</i>							0.045 3***	0.063 1***	0.036 7**
							(0.013 4)	(0.018 4)	(0.018 4)
<i>i_Other1</i>							0.156***	0.149***	0.165***
							(0.026 2)	(0.030 6)	(0.036 5)
<i>Constant</i>	1.036***	1.197***	0.932***	1.492***	1.557***	1.366***	1.348***	1.401***	1.192***
	(0.273)	(0.260)	(0.357)	(0.306)	(0.296)	(0.395)	(0.281)	(0.251)	(0.373)
Observations	4 536	1 296	3 240	4 368	1 248	3 120	4 368	1 248	3 120
R-squared	0.867	0.894	0.860	0.864	0.893	0.857	0.869	0.900	0.861

表5中展示了使用直接中间品包含的研发内容对生产率影响的估计结果,与表4基本一致,区别在于弹性的大小不同程度地有所减低,这非常符合经济直觉。直接中间品的规模相对要小一些,它所带来的研发溢出就相对较小。中国和美国之间还存在着明显的差异。来自中国的中间品包含的研发内容对生产率的影响依然显著为正,甚至高研发行业在10%的水平上显著,弹性的大小和表4中没有明显差异。美国的弹性也依然显著为正,但是大小却明显低于使用所有中间品时的水平。使用所有中间品时,弹性分别是0.088、0.095 9和0.079 6,而使用直接中间品时,分别是0.045 3、0.063 1和0.036 7。这说明中国的研发溢出对世界的影响更多是通过一次性的直接中间品的使用,且主要集中在低研发行业;美国不仅通过直接中间品,还通过间接中间品的使用在更长的生产链上对世界产生影响,且更集中在高科技行业。

其次使用滞后两期的资本存量代替当期的资本存量来计算中间品包含的研发内容做第二个稳

健性检验。从研发投入到新技术的出现再到商业化的实现需要一定时滞,王铮等<sup>[38]</sup>的研究表明中国对美国研发投入的溢出响应时间约为4年,美国对中国的响应时间初步显示为8年。随着国际分工的深入和国际贸易规模的扩大,对溢出的响应时间应该在缩短,本文选取滞后两年。估计依然使用了方程1、方程4和方程5,区分所有行业、高研发行业和低研发行业,估计结果如表6所示。

表6 使用滞后两期的资本存量的估计结果

VARIABLES	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	All eq. 1	H_R&D eq. 1	L_R&D eq. 1	All eq. 4	H_R&D eq. 4	L_R&D eq. 4	All eq. 5	H_R&D eq. 5	L_R&D eq. 5
lag2_Domestic				-0.036 ** (0.014 4)	-0.025 5 (0.021 1)	-0.036 8 ** (0.018 6)	0.007 53 (0.015 7)	-0.025 2 (0.020 3)	0.020 8 (0.020 3)
lag2_CHN				0.029 9 ** (0.015 2)	0.019 0 (0.019 4)	0.031 8 * (0.018 7)			
lag2_Other				0.117 *** (0.034 6)	0.197 *** (0.049 2)	0.098 4 ** (0.043 9)			
H_Labor	0.152 *** (0.049 1)	0.173 *** (0.043 8)	0.144 ** (0.062 3)	0.071 6 * (0.039 0)	0.130 *** (0.048 1)	0.051 8 (0.048 7)	0.114 *** (0.043 5)	0.113 *** (0.040 4)	0.110 ** (0.055 5)
K_L	-0.38 *** (0.038 8)	-0.474 *** (0.040 2)	-0.352 *** (0.048 7)	-0.39 *** (0.052 4)	-0.505 *** (0.049 1)	-0.367 *** (0.065 5)	-0.42 *** (0.042 4)	-0.538 *** (0.037 7)	-0.391 *** (0.052 3)
lag2_F	0.201 *** (0.021 9)	0.227 *** (0.026 1)	0.196 *** (0.029 2)						
lag2_USA							0.139 *** (0.025 2)	0.123 *** (0.033 3)	0.159 *** (0.037 0)
lag2_Other1							-0.006 47 (0.031 7)	0.081 1 * (0.042 1)	-0.052 7 (0.046 1)
Constant	0.405 (0.354)	0.724 ** (0.300)	0.295 (0.459)	1.072 ** (0.420)	1.177 *** (0.357)	1.015 * (0.537)	1.186 *** (0.304)	1.448 *** (0.267)	1.126 *** (0.392)
Observations	3 780	1 080	2 700	3 640	1 040	2 600	3 640	1 040	2 600
R-squared	0.889	0.921	0.881	0.884	0.919	0.875	0.887	0.923	0.879

表6展示了使用滞后两年的资本存量代替当年的资本存量计算的中间品包含的研发内容作为主要解释变量的回归结果。对于总体估计依然非常稳健,不但在1%水平显著为正,大小也保持在0.2的同一水平。对单独分解中国的估计,所有行业和低研发行业中国显著为正,高研发行业不显著。对单独分解美国的估计,三组都显著为正,分别为0.139、0.123和0.159,对比前文的0.088、0.0959和0.0796,有明显上升。甚至其他国家对生产率的影响都几乎不显著了,充分显示了美国是全球创新的策源地。

最后使用滞后两期中间品包含的研发内容作为工具变量做第三个稳定性检验。为了防止内生性的问题,工具变量法是较好的选择,此处使用滞后期做工具变量做进一步检验。估计仍然使用了方程1、方程4和方程5,区分所有行业、高研发行业和低研发行业,估计结果如表7所示。

表7展示了使用滞后两期中间品包含的研发内容作为工具变量进行两阶段最小二乘法的回归结果。对于总体估计依然非常稳健,不但1%水平显著为正,大小也保持在0.2的同一水平。对单独分解中国的估计,显著性和大小都有所下降,且高研发行业不显著。对单独分解美国的估计,三组都显著为正,且绝对值变大4倍左右。但这并不影响我们的主要结论:总体上通过中间品的研发溢出对生产率有显著正影响;中国的研发投入对其他国家有一定的正影响,且高技术行业不显著;美国的创新活动对世界生产率有巨大的积极影响。

表7 两阶段最小二乘法的估计结果

VARIABLES	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	All	H_R&D	L_R&D	All	H_R&D	L_R&D	All	H_R&D	L_R&D
	eq. 1	eq. 1	eq. 1	eq. 4	eq. 4	eq. 4	eq. 5	eq. 5	eq. 5
Domestic				-0.04*** (0.0139)	-0.026 (0.0198)	-0.0386** (0.0181)	-0.00940 (0.0159)	-0.0307 (0.0194)	0.00411 (0.0214)
CHN				0.0262* (0.0152)	0.0158 (0.0188)	0.0282* (0.0190)			
Other				0.123*** (0.0340)	0.199*** (0.0465)	0.105** (0.0434)			
H_Labor	0.127*** (0.0483)	0.155*** (0.0426)	0.117* (0.0616)	0.0695* (0.0373)	0.125*** (0.0451)	0.0508 (0.0468)	-0.0364 (0.0506)	-0.0801 (0.0607)	-0.0258 (0.0629)
K_L	-0.39*** (0.0369)	-0.482*** (0.0379)	-0.360*** (0.0462)	-0.40*** (0.0496)	-0.506*** (0.0467)	-0.369*** (0.0619)	-0.43*** (0.0404)	-0.529*** (0.0373)	-0.404*** (0.0503)
F	0.199*** (0.0205)	0.223*** (0.0244)	0.193*** (0.0272)						
USA							0.368*** (0.0717)	0.376*** (0.121)	0.376*** (0.0894)
Other1							-0.201** (0.0833)	-0.105 (0.130)	-0.255** (0.110)
Constant	0.375 (0.340)	-0.0794 (0.335)	0.266 (0.440)	1.038*** (0.398)	0.773* (0.432)	0.989* (0.509)	0.986*** (0.317)	0.297 (0.342)	1.085** (0.426)
Observations	3780	1080	2700	3640	1040	2600	3640	1040	2600
R-squared	0.889	0.921	0.882	0.883	0.919	0.875	0.884	0.914	0.877

## 五、结论

进口中间品对全要素生产率的影响是国际贸易研究热点之一,理论上进口中间品带来的国际技术溢出对生产率的正向影响已形成共识,实证上的焦点就在于如何在CH模型基础上进行扩展,其中如何定义物化在进口中间品中的外国资本存量是重点,多数文献采用在估计时给外国资本存量加权重的方法。本文认为中间品包含的研发内容是估计进口中间品与生产率关系时更准确的解释变量。本文把世界投入产出数据库和经合组织统计数据相结合,测算了从1998年到2009年全世界27个主要国家14个制造业行业层面的中间品包含的研发内容,以它为主要解释变量检验了中间品技术溢出对全要素生产率的影响。主要得到了以下几个结论:第一,外国研发资本通过进口中间品的技术溢出对全要素生产率有显著的正向影响,行业间中间品对生产率有显著积极影响,而行业内中间品对生产率的影响不显著;第二,来自中国的中间品包含的研发内容对世界其他国家的全要素生产率有一定的正向影响,但主要集中在低研发行业,高研发行业并不显著。对比美国,它所输出的中间品包含的研发内容对其他国家的生产率有重大影响,包括高研发行业和低研发行业,尤其是前者。第三,中国的研发溢出对世界的影响更多是通过一次性的直接中间品的出口,美国不仅通过直接中间品,还通过间接中间品的输出在更长的生产链上对世界产生影响。

在创新驱动发展战略的指引下,可以预期在未来很长时间内我国的研发投入还会不断加码。对此,本文的研究结论可能有如下政策指导意义:第一,提高研发投入的质量,片面地追求规模和数量除了造成资源浪费对生产率的提高没有任何帮助。目前我国制造业的研发存量规模巨大,但对生产率的影响却非常有限,提高研发产出效率才是关键。第二,转变研发投入的方向,把主要资源投入到更有前景的高科技行业,从低技术行业逐步退出。第三,转变研发投入短平快的指导思想,加强基础性研究,放弃较小的眼前利益,着眼持久的长远利益,才能实现创新活动的可持续发展。

注释:

①14个制造业及其代码分别是:食品、饮料和烟草(15t16),纺织品(17t18),皮革、皮具和鞋靴(19),木材和编制(20),纸制品、出版和印刷(21t22),焦炭、石油和核燃料(23),化学品和化学制品(24),橡胶和塑料(25),非金属制品(26),金属制品(27t28),机械设备(29),电子和光学设备(30t33),运输设备(34t35),其他(36t37)。

### 参考文献:

- [1]ROMER P M. Endogenous technological change [J]. *Journal of political economy*, 1990, 98(5): S71-S102.
- [2]RIVERA-BATIZ L A, ROMER P M. Economic integration and endogenous growth [J]. *Quarterly journal of economics*, 1991, 106(2): 531-555.
- [3]GROSSMAN G M, HELPMAN E. Trade, knowledge spillovers, and growth [J]. *European economic review*, 1991, 35(2/3): 517-526.
- [4]SCHMOOKLER J. Invention and economic growth [J]. *Economic history review*, 1966, 20(1): 135.
- [5]TERLECKYJ N E. Effects of R&D on the productivity growth of industries: an exploratory study [M]. Washington: National Planning Association, 1974.
- [6]SCHERER F M. Inter-industry technology flows and productivity growth [J]. *Review of economics and statistics*, 1982, 64(4): 627-634.
- [7]GRILICHES Z, LICHTENBERG F R. R&D and productivity growth at the industry level: is there still a relationship? [M]//R&D, patents, and productivity. Chicago: University of Chicago Press, 1984: 465-502.
- [8]GOTO A, SUZUKI K. R&D capital, rate of 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.
- [9]COE D T, HELPMAN E. International R&D spillovers [J]. *European economic review*, 1995, 39(5): 859-887.
- [10]COE D T, HELPMAN E, HOFFMAISTER A W. North-south R&D spillovers [J]. *Economic journal*, 1997, 107(440): 134-149.
- [11]LICHTENBERG F R, DE LA POTTERIE B V P. International R&D spillovers: a comment [J]. *European economic review*, 1998, 42(8): 1483-1491.
- [12]KELLER W. Geographic localization of international technology diffusion [J]. *American economic review*, 2002, 92(1): 120-142.
- [13]NISHIOKA S, RIPOLL M. Productivity, trade and the R&D content of intermediate inputs [J]. *European economic review*, 2012, 56(8): 1573-1592.
- [14]KELLER W. Trade and the transmission of technology [J]. *Journal of economic growth*, 2002, 7(1): 5-24.
- [15]EATON J, KORTUM S. Trade in ideas patenting and productivity in the OECD [J]. *Journal of international economics*, 1996, 40(3/4): 251-278.
- [16]EDWARDS S. Openness, productivity and growth: what do we really know? [J]. *Economic journal*, 1998, 108(447): 383-398.
- [17]MADSEN J B. Technology spillover through trade and TFP convergence: 135 years of evidence for the OECD countries [J]. *Journal of international economics*, 2007, 72(2): 464-480.
- [18]LEE J W. Capital goods imports and long-run growth [J]. *Journal of development economics*, 1995, 48(1): 91-110.
- [19]XU B, WANG J M. Capital goods trade and R&D spillovers in the OECD [J]. *Canadian journal of economics*, 1999, 32(5): 1258-1274.
- [20]DULLECK U, FOSTER N. Imported equipment, human capital and economic growth in developing countries [J]. *Economic analysis and policy*, 2008, 38(2): 233-250.
- [21]李小平, 朱钟棣. 国际贸易、R&D溢出和生产率增长[J]. *经济研究* 2006(2): 31-43.
- [22]高凌云, 王永中. R&D溢出渠道、异质性反应与生产率: 基于178个国家面板数据的经验研究[J]. *世界经济*, 2008(2): 65-73.
- [23]谢建国, 周露昭. 进口贸易、吸收能力与国际R&D技术溢出: 中国省区面板数据的研究[J]. *世界经济* 2009(9): 68-81.
- [24]肖文, 林高榜. 海外研发资本对中国技术进步的知识溢出[J]. *世界经济* 2011(1): 37-51.

- [25] 钱学锋, 王胜, 黄云湖, 等. 进口种类与中国制造业全要素生产率 [J]. 世界经济, 2011(5): 3-25.
- [26] 张翊, 陈雯, 骆时雨. 中间品进口对中国制造业全要素生产率的影响 [J]. 世界经济, 2015(9): 107-129.
- [27] 张杰, 郑文平, 陈志远. 进口与企业生产率——中国的经验证据 [J]. 经济学(季刊), 2015(3): 1029-1052.
- [28] 魏浩, 李翀, 赵春明. 中间品进口的来源地结构与中国企业生产率 [J]. 世界经济, 2017(6): 48-71.
- [29] FALVEY R, FOSTER N, GREENAWAY D. North-south trade, knowledge spillovers and growth [J]. Journal of economic integration, 2002, 17(4): 650-670.
- [30] 王高凤, 郑玉. 中国制造业生产分割与全要素生产率——基于生产阶段数的分析 [J]. 产业经济研究, 2017(4): 80-92.
- [31] 郑玉, 郑江淮, 王高凤. 国际生产分割生产率效应的空间溢出——基于跨国空间面板杜宾模型的实证分析 [J]. 产业经济研究, 2017(6): 103-116.
- [32] LEONTIEF W W. Quantitative input and output relations in the economic systems of the United States [J]. Review of economics and statistics, 1936, 18(3): 105-125.
- [33] CAVES D W, CHRISTENSEN L R, DIEWERT W E. Multilateral comparisons of output, input, and productivity using superlative index numbers [J]. Economic journal, 1982, 92(365): 73-86.
- [34] HARRIGAN J. Technology, factor supplies and international specialization: estimating the neoclassical model [J]. American economic review, 1997, 87(4): 475-494.
- [35] 初晓, 李平. 中间品进口对中国全要素生产率的影响——基于技术溢出的视角 [J]. 世界经济与政治论坛, 2017(4): 83-102.
- [36] 姚利民, 王若君. 中国吸收发达国家 R&D 跨国外溢的国际化渠道比较 [J]. 国际贸易问题, 2011(12): 103-113.
- [37] 楚明钦, 丁平. 中间品、资本品进口的研发溢出效应 [J]. 世界经济研究, 2013(4): 60-65 + 89.
- [38] 王铮, 龚轶, 刘丽. 中美间 R&D 溢出估计 [J]. 科学学研究, 2003(4): 396-399.

(责任编辑: 禾 日)

## Technology spillover of imported intermediates and total factor productivity

JIANG Qingke, DAI Yixin, ZHENG Yu

(School of Economics, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

**Abstract:** Using World Input Output Database and OECD Database, we calculate the R&D content of imported intermediate inputs in 14 manufacturing industries from 27 countries from 1995 to 2009, and then estimates the impact of technology spillover of imported intermediates on total factor productivity (TFP). The results are as follows. First, the technology spillover of foreign R&D capital through imported intermediates has a significant positive impact on TFP. The positive impact on TFP is significant through imported intermediates between industries, but not significant through imported intra-industry intermediates. Second, the impact of R&D content of Chinese intermediate inputs on other countries' TFP is significantly positive. However, the positive impact is only significant in low R&D industries, not significant in high R&D industries. In contrast, the R&D content of American intermediates has a significant impact on other countries' TFP, including high R&D and low R&D industries, especially the former. Third, the impact of Chinese technology spillover on other countries' TFP is mainly through one-off export of direct intermediate goods. The United States not only influences the world through export of direct intermediate goods, but also influences longer production chains through export of indirect intermediate goods.

**Key words:** R&D content of imported intermediates; international technology spillover; R&D stock; total factor productivity; input-output method