

国际技术扩散的度量、 途径及阻碍：一个文献综述

别朝霞*

摘要：全球大部分技术来源于少数发达国家。在经济全球化背景下，技术通过各种渠道在世界范围内的扩散，对各国的技术水平和经济发展产生了重要影响。国际技术扩散日益成为经济增长理论关注的核心问题之一。本文从三个方面对国际技术扩散的文献进行了梳理和总结，包括技术扩散度量的方式、技术扩散的途径及影响技术扩散的因素。相关研究文献表明，在数量上更精准地度量国际技术扩散已经取得了重要进展；通过国际贸易实现的技术扩散能够提高几乎所有国家的生产效率，但是与FDI流入相联系的技术扩散溢出效应却在发达国家和发展中国家之间呈现出显著的差异；一国的地理距离、技术差距、要素禀赋以及政治制度等若干因素为理解这一现象提供了解释。

关键词：国际技术扩散 度量 国际贸易 FDI 流入

一、引言

技术进步是推动一国经济增长和发展的核心因素。各国之间技术水平的差距能够在很大程度上解释各国人均收入的差距。目前，全球大部分的技术创新活动集中在少数发达国家。在国际经济技术竞争中，发达国家是绝对的领导者。发达国家创新的先进技术一方面在发达国家内部扩散，强化发达国家增长中的“俱乐部收敛”现象；另一方面，先进技术通过各种渠道向发展中国家扩散，为发展中国家的“经济赶超”提供了有利的外部技术条件。实际上，在经济全球化的背景下，对于大部分国家而言，外来技术的扩散能够解释国内生产效率增长的90%甚至更多(Keller, 2004)。

在技术内生化的之后，国际技术扩散(Technology Diffusion)问题日益成为增长理论关注的核心问题之一。这一支文献对技术扩散问题的关注集中于以下几个方面：(1)在数量上如何测度技术扩散；(2)先进技术通过什么样的渠道在不同的国家和地区之间传播；(3)技术在不同国家扩散的绩效为什么不同，即决定技术扩散的因素是什么？数量上度量技术扩散是深入细致研究国际技术扩散的前提。经济学家们力图更加准确地对各种技术的扩散进行度量和追踪，提出了技术扩散的扩展边际(extensive margin)和集约边际(intensive margin)的度量体系。通过对各国技术扩散效应的度量，经济学家们发现不同国家技术扩散的渠道和绩效千差万别。这一现象与国际技术扩散途径(如国际贸易、FDI和直接交流等)，以及一国的地理距离、技术差距、要素禀赋、开放程度和政治制度等等因素紧密相关。

中国是世界上最主要的贸易国和FDI流入国之一^①，如何把握和利用国际技术扩散，分享国际技术进步的好处，促进本国的技术进步和经济增长，仍然是开放经济条件下中国长期增长战略的核心任务之一。本文

* 别朝霞，武汉理工大学经济学院，邮政编码：430070，电子信箱：biezhaoxia@yahoo.com.cn。

本文感谢教育部人文社会科学青年基金项目“进口贸易对发展中国家技术进步的影响——基于东亚发展中国家的实证分析”(09YJC790211)和“中央高校基本科研业务费专项资金”武汉理工大学自主创新研究项目“中国城乡消费结构变迁与消费行为互动机制的研究”(2010-1b-045)资助。作者在此也向审稿人致谢，非常感谢审稿人的宝贵建议和辛苦工作。

①《中国统计年鉴》(2010)相关数据表明，2008年中国的进出口贸易总额和外商直接投资(FDI inflows)在世界排名第三位。进出口货物贸易总额达到25 608亿美元，FDI流入总额为1 083亿美元，分别占世界进出口货物贸易总额和FDI流入总量的7.88%和6.38%。

从技术扩散的度量、技术扩散的途径、技术扩散的影响因素等方面把握国际技术扩散文献的演进脉络,这一方面有利于我们掌握理论研究的发展动向与趋势,另一方面对于我们重新审视和评价全球化背景下的中国发展战略和技术政策具有重要意义。

二、技术扩散的度量

(一) 技术扩散度量的先驱

其实很早就有经济学家注意到了技术扩散的度量问题,在这方面不能不提 Griliches(1957)和 Mansfield(1961)的工作。他们工作的核心是度量一国已经使用某项技术的企业数量占有所有该技术潜在使用者的比例,利用这一比例去度量技术扩散。Mansfield(1961)研究了美国国内的12项新技术在4个行业的所有企业中的扩散情况,结果发现这12项技术扩散随着时间推移都遵循S型曲线路径,这就是著名的技术扩散S型曲线。S型曲线表明,在某项技术创新的初始阶段,使用该技术的企业数量较少;随着新技术的成熟和人们对新技术经验的积累,在高利润的诱导之下,越来越多的企业模仿并采用该项技术,新技术迅速扩散;当技术被大规模地使用,利润率不断降低,新技术扩散的速度会放慢下来,新技术也慢慢进入了衰老期。

可以看出,早期研究更关注技术在企业间的扩散而非在国家之间的扩散;但是技术在国家之间的扩散和技术在一国企业之间的扩散并没有本质的不同,其扩散模式、扩散路径都有着相类似的地方。然而该方法仅仅只是提供了关于度量技术扩散的洞见,对技术在国家之间的扩散并不关注,因而也无法适用于更为复杂的国际技术扩散情形:(1)有些技术仅仅被使用者购买而没有被使用,便不会对生产效率产生任何影响。比如,汽车技术和航空技术等。(2)有些技术的使用者可能会购买两个甚至两个以上单位的某项技术,比如计算机技术,一个企业或消费者通常会使用若干个单位的计算机。显然,用新技术已经使用者的数量占有所有潜在使用者的比重作为度量技术扩散的方法是不合适的(Comin, Hobijn and Rovito, 2008)。尽管早期文献存在这些缺陷,但是经济学家们早期的探索和发现具有重要的开拓意义。

(二) 全要素生产率与技术度量的间接指标

在 Solow(1956)开拓性的工作之后,TFP(Total Factor Productivity,全要素生产率)一直被用来核算和度量技术效率。TFP的概念脱胎于 Solow 余值,技术进步被认为是 Solow 余值的主要内容,因此,TFP 也被认为是主要度量技术水平的指标。到内生增长理论时代,经济学家们开始将技术置于分析的核心,不再用笼统的 Solow 余值的概念去计算技术效率,细致地考察技术的内涵及其影响长期增长的作用机制,选择用 R&D 支出、基础研究投入、专利或国际科学出版文献等活动表示技术进步。在此基础上,经济学家们根据具体的研究对象和研究内容,建立灵活多样的计量模型来度量技术扩散的溢出效应。Keller(2009)将这些方法总结为以下三种情况:(1)技术扩散的溢出效应表现为一个主体 R&D 支出与另外一个主体的 TFP 之间的相互关系(Keller 2001)。例如,CoE 和 Helpman(1995)认为进口贸易的技术扩散效应表现为进口国的生产效率(TFP)与出口国的 R&D 支出之间的相互关系。(2)新专利一般是在现有专利基础上发展起来的,专利的发展过程间接地反映了技术扩散的过程。将一个国家或地区的专利数量与另一个国家或地区的专利数量联系起来,也是度量技术扩散溢出效应的一种方法(Eaton and Kortum, 1999)。(3)用某一种经济活动代替 R&D 或者专利,直接度量该经济活动中的技术扩散效应。例如,FDI 流入与东道国本土企业的 TFP 之间的相互关系,反映了 FDI 对东道国的技术溢出效应(Xu 2000; Keller 2009)。

利用 TFP 以及其他替代指标进行计量回归的方法虽然为文献大量采用,然而这样的处理并不完美,且常常受人诟病:R&D 支出和专利等指标只记录了部分的技术创新活动;并且绝大部分发展中国家也没有 R&D 支出等活动的长期记录(Comin et al., 2008),限制了研究的范围及研究结论的普遍适用性。TFP 不仅仅包括技术进步,还包括了制度、气候、资源配置改善等其他影响生产效率的因素。

(三) 技术扩散的扩展边际和集约边际

Comin 和 Hobijn(2004)以及 Comin、Hobijn 和 Rovito(2008)修正和扩展了早期度量技术扩散的方法,提出了一种新的度量技术扩散的方法,即技术扩散的扩展边际(extensive margin)和集约边际(intensive margin)。这一分类表达了如下的思想:对于某项新技术的采用而言,企业的决策为是否采用该技术?即便采用了该技术,将在多大强度上使用该技术?对于整个国家而言,问题仍然分为两层:一是适合采用该项技

术的潜在使用者有多少使用了该项技术?二是所有使用该技术的使用者中以多大的强度使用该项技术?第一层问题就是扩展边际的概念:在某一时点上某项技术的使用者占潜在技术使用者的比重。显然,技术扩散的扩展边际这一概念系统化了早年度量技术扩散的思想。当一国使用某项技术的企业比重越来越大时,技术扩散的扩展边际也越来越大,这实际上度量了一国采用该项技术花费的时间长短以及新技术在“面”上的扩散。第二层问题则是技术扩散的集约边际的概念:即某项技术的使用强度,使用者在多大的强度上使用新技术,它实际上反映了技术扩散在“程度”上的深化。

我们以信用卡技术为例来说明扩展边际和集约边际的概念(Comin, 2008)。所有那些达到信用卡持有资质的消费者都是信用卡这项技术的潜在使用者。对信用卡技术的扩散而言,有两个问题需要区分:(1)那些信用卡的潜在使用者中有多少人持有信用卡;(2)这些持有信用卡的人在多大强度上使用信用卡,在统计上一般使用人均信用卡交易次数。前者就是信用卡技术扩散的扩展边际,它度量了信用卡技术的扩散情况,但是这种度量是不完整的,因为从这一指标中我们看不到新技术的实际使用情况,也无从知道新技术在什么样的程度上发挥作用。后者则是信用卡技术扩散的集约边际,它度量了信用卡技术的实际使用程度。只有扩展边际和集约边际两个指标结合在一起,才能更全面地度量新技术的扩散情况。在理论和实证上,技术扩散指标的这一细化意义重大。笼统的讨论技术扩散并没有很强的实际意义,技术扩散指标的细化是经济学家们打开技术扩散黑箱的一个尝试,是我们更进一步讨论技术扩散问题的前提。将技术扩散在“面”上(扩展边际)和“程度”上(集约边际)进行区分,使得人们能够在更加深入的层面上分析不同技术扩散的形态、路径和背后的影响机制(毕竟不同的因素对技术扩散的影响方面是不同的)。

Comin等(2008)专门建立了技术采用跨国历史数据库(cross country historical adoption technology, CHAT),记录从1800年以来115种主要技术在超过150个国家里不同行业的使用情况,并为每一项技术设计了度量集约边际的指标。Comin等发现:如果考虑了每项技术的扩散的扩展边际和集约边际,不同的技术在各个国家里的扩散路径就会呈现出千差万别的模式,不再遵循经典的S型曲线路径。

根据现有文献(例如,Comin and Hobijn, 2010a),考虑到技术扩散的扩展边际和集约边际之后,技术扩散的扩展边际和集约边际在各国间的差异要远远大于彼此之间收入的差异,不同技术的扩展边际和集约边际根本不一样,这些差异一方面由技术本身造成,另一方面由各国的差异造成^①;技术扩散的扩展边际随着时间的推移会出现收敛的趋势,但是集约边际却没有出现任何收敛的迹象(Comin and Hobijn, 2010b)^②,这一研究结论说明在全球化的背景下,新技术或快或慢地扩散到世界各国,但是各国新技术的应用程度对生产效率会产生根本性的影响。

三、国际技术扩散的途径

国际技术扩散的途径有国际贸易、FDI和直接交流(科学文献、国际会议等)^③三种形式。其中,国际贸易和FDI流入是最重要的两种途径(Xu and Wang, 1999; Keller, 2001)。因此,本文将从进口贸易、出口贸易和FDI流入三个方面对相关文献进行简单的梳理。

(一)进口贸易与国际技术扩散

发达国家的创新活动产生的新技术往往物化在中间产品、最终产品和资本品中。通过国际贸易,进口国至少可以获得两方面的好处:一是体现先进技术的中间产品和资本品投入生产,直接应用了先进技术。二是进口国通过学习和模仿先进技术,提升了本国的技术水平。几乎所有的文献都认为进口贸易是国际技术扩散的重要渠道(MacGarvie, 2006)。通过进口贸易,外国技术对进口国的生产效率产生了“推拉效应(the push and pull effect)”(Comin and Hobijn, 2004; Melitz, 2003)。

^①例如,Comin和Hobijn(2010a)利用CHAT数据的研究发现电力和铁路技术在跨国之间的分散程度是跨国人均收入差异的40%,而炼钢技术则是各国人均收入差异的170%。出现这一差异的原因,33%归因于技术本身的特性,43%源于国家的固定效应。

^②Comin和Hobijn(2010b)的研究显示,在过去两个世纪里,不同国家的技术扩散的扩展边际和集约边际分别能够解释跨国人均收入差异的25%和45%。这表明技术能够解释跨国人均收入差距的70%。

^③直接交流(科学文献、国际会议、面对面传授等)存在于无形之中,无法准确记录和度量,相关文献几乎未见。

1. 进口贸易的“推动效应”提高了进口国的技术水平和生产效率。Coe 和 Helpman(1997)认为,创新活动和 R&D 支出高度集中在少数发达国家,如果一国的贸易伙伴国主要是高 R&D 存量的国家,那么该国从进口贸易中获得的技术溢出效应就越大,TFP 也就越高,他们选择 1971 - 1990 年的 77 个发展中国家进行的实证分析证实了这一观点。Eaton 和 Kortum(2001)注意到,与资本品进口相关的费用(运输、关税和非关税贸易壁垒等)在各国是不同的,因此各国进口资本品的成本也不尽相同,具有高进口成本的国家会抑制对资本品的进口。在德国、日本、英国和美国这四个主要资本品生产国里,资本品最便宜。相反,埃及、伊朗、津巴布韦等发展中国家的进口资本品价格要高出许多,大约是前者资本品价格的 3.5 倍。资本品的巨大价差能够解释发达国家和发展中国家生产效率差异的 25%,其中,贸易壁垒是价格出现巨大差异的主要原因。

来自行业和企业层面的实证研究同样证明了资本品贸易是国际技术扩散的主要途径。Acharya 和 Keller(2009)发现 1973 - 2002 年 17 个主要 OECD 国家的制造业所有部门的资本品存量包含四种不同来源地的技术(本国同行业的 R&D 存量、本国其他行业的 R&D 存量、外国同行业的 R&D 存量、外国其他行业的 R&D 存量),这些变量都对某一特定部门的 TFP 产生显著的积极影响;其中外国 R&D 存量对生产效率的影响超过了国内 R&D 存量,而进口贸易是其主要渠道。

2. 进口贸易的“拉动效应”促进企业积极进行技术模仿创新活动。Holmes 和 Schmitz(2001)的模型描述了这一效应的发挥。在高贸易壁垒的条件下,在某一行业处在“领导地位”的企业通常不仅不去进行有效率的技术创新活动,而且还会花费相当的资源去阻碍其他企业的创新活动。在贸易壁垒解除后,国外大量的低成本和高质量的产品涌入国内市场。面对外国企业强有力的竞争,企业会积极将资源从保护垄断地位转向更富有效率的模仿和创新活动。Amiti 和 Konings(2007)对 1991 - 2001 年的印度尼西亚贸易自由化进程的研究证实了上述观点。在印度尼西亚同时降低了最终产品和中间投入品的进口关税税率之后,一方面,该国的最终产品价格下降,提高了国内市场的竞争程度,激发企业采纳新技术的积极性;另一方面,企业获得多样化且技术含量高的进口中间产品。当最终产品和中间投入品的进口关税税率都下调 10%,则提高所有企业生产效率的平均幅度分别是 1% 和 3%。

(二) 出口贸易与国际技术扩散

出口导向的发展战略能够提高一国或企业的技术水平的观点被普遍认同。例如,出口商在生产适合外国需要的产品过程中,能够在产品设计、生产工艺改良等方面获得技术支持(Bernard and Jensen,1999)。同时,外国企业也会主动将隐性技术知识或者专利技术直接传授给出口供应商(Utar,2009)。然而,许多经济学家对出口和出口企业更有效率之间的因果关系提出了质疑:究竟是因为有效率,企业才选择出口;还是因为出口,企业才变得更有效率(Clerides, Lach and Tybout,1998)? 解决这一问题的思路是:通过比较刚进入出口市场的企业、非出口企业、出口企业和退出外国市场的企业的生产效率等变量的变化轨迹,可以揭示出口是否存在技术扩散的溢出效应或“边出口边学习”效应(learning-by-exporting effect)。

Clerides, Lach 和 Tybout(1998)对哥伦比亚、墨西哥和摩洛哥三国制造业企业的研究发现:从事出口活动的企业一般具有相对较低的可变成本,而非出口企业的成本相对较高。然而,进入外国市场之后,企业的成本和生产效率并没有发生显著的变化。不仅如此,出口企业所在地区的其他企业的生产成本也没有发生任何变化。这表明效率高的企业更倾向于出口,而不是出口带来了效率的改善,出口的技术溢出效应并不存在。Bernard 和 Jensen(1999)选择了 TFP、就业人数、工资、人均资本和生存概率等更多指标也证实了这一结论。他利用美国普查局 1984 - 1992 年的面板研究数据库(Longitudinal Research Database,LRD)数据进行分析的结论是,出口企业在进入外国市场几年以前就已经表现出高速增长、就业规模扩大和劳动者平均工资上涨等特征;成为出口企业后,企业规模不断扩大但是生产效率并未得到明显改善。值得肯定的是,成为出口企业最大的好处是生存概率的提高。随着出口企业规模不断扩张,资源不断地向高效率的出口部门进行重新配置,整个经济随之增长。

尽管没有实证研究直接证实出口学习效应的存在,但是 Keller(2004)认为,既然出口企业比非出口企业的生存概率平均要高出 10%(Bernard and Jensen,1999),这表明出口企业的生产效率比非出口企业增长得更快。行业的异质性以及出口目的地等信息缺失都有可能掩盖出口的学习效应(Keller,2009)。值得注意的是,在随后的文献里,出口的学习效应被证明是存在的。来自 1992 - 1996 年撒哈拉以南 9 个非洲国家制

制造业企业的面板数据证实了这一点(Biesebroeck 2005) :与世界其他国家和地区一样,这些非洲国家的出口企业更富有效率并在很多方面要显著优于非出口企业^①;当这些企业进入国际市场后,生产效率水平更高且增长得更快。De Loecker(2007) 在研究中首次加入了对出口目的地信息的考察,他使用 1994 - 2000 年斯洛文尼亚的制造业企业的微观数据,并构造反事实对照组来研究这一问题。他发现,企业在进入出口市场之后的生产效率平均提高了 8.8%。随着时间推移,出口企业和非出口企业在生产效率方面的差异越来越大,并且主要向高收入国家或地区出口的企业的生产效率提高得更快。这一发现对帮助确认出口存在学习效应有重大意义,证伪了长期以来主要文献认为的因为有效率企业才选择出口的观点。

(三) FDI 流入与技术扩散

世界各国都承认 FDI 对经济发展的巨大作用,各国政府也都在不遗余力地吸引 FDI。FDI 通过三种机制对东道国本土企业产生技术扩散效应:(1) 示范效应。东道国本土企业通过观察和模仿外资企业的生产和生产管理活动,收获技术溢出效应(Görg and Strobl 2005)。(2) 竞争效应。面对来自外资企业强大的竞争压力,本土企业在更有效率地利用现有技术的同时加快模仿和采用新技术的速度(Glass and Saggi, 2005)。(3) 劳动力流动效应。曾经就职于外资企业的劳动者加入本土企业或创办新企业后,沉淀在这些劳动者身上的新技术也随之扩散开来(Görg and Strobl 2005)。已有文献对 FDI 的技术扩散效应的实证研究发端于 Caves(1974) 和 Globerman(1979) 等人早期的系列研究。经过二三十年的发展,经济学家们在这方面的研究汗牛充栋,相关文献的研究成果可以大致总结为如下三个方面(Keller 2009) :

1. FDI 的水平溢出效应与技术扩散

FDI 水平溢出效应是指外资企业对东道国同行业本土企业的生产效率的影响。一般来说,在发达国家, FDI 对当地企业存在着正向的水平溢出效应。例如: Haskel、Pereira 和 Slaughter(2007) 对英国企业的研究, Keller 和 Yeaple(2009) 对美国企业的研究。但是在发展中国家里, FDI 对当地企业的水平溢出效应却得不到实证的支持。

Haddad 和 Harrison(1993) 采用摩洛哥国的企业层面的数据观察其制造业行业中是否存在 FDI 的水平溢出效应: 尽管在外资份额比重大的行业中,各个企业之间的生产效率的差距相对更小些,但是并没有足够的证据表明外资会提高本土企业的生产效率。来自对委内瑞拉超过 4 000 家企业的面板数据的研究表明,外资的参与与合资企业本身的生产效率之间的正向关系仅限于雇员在 50 人以下的小型企业, FDI 对本土企业的整体生产效率存在负面的溢出效应(Aitken and Harrison 2006)。Konings(2001) 对 20 世纪 90 年代的保加利亚、罗马尼亚和波兰的研究表明: 在三个国家中,只有波兰的外资企业比本土企业运行得更好。但是, FDI 提高本土企业生产效率的好处在波兰并不存在,在保加利亚和罗马尼亚两国里该效应为负,其原因可能是发展中国家需要更长的时间去适应竞争并成功模仿新技术。

实证文献的结果促使人们进一步思考 FDI 的溢出效应并反思实证研究的方法。Xu(2000) 选择了跨国企业分支机构在购买技术许可证或特许权的支出占其产值的比重作为其技术扩散指标,这一方法的优势是将跨国企业的技术扩散效应与其他因素分离开来,在对 1966 - 1994 年美国制造业的跨国企业在全 40 个国家里的分支机构的经济活动进行调查之后发现: 美国的跨国公司分支机构在发达国家里的溢出效应显著,但是相同的技术扩散效应并不存在于发展中国家。

2. FDI 的垂直溢出效应与技术扩散

FDI 的垂直效应是指外资企业对同一产业链上的东道国企业的生产效率的影响。在同一条产业链上,外资企业与本土企业有前向联系和后向联系两种方式。前向联系是指外资企业将其生产的中间投入品售卖给东道国本土企业;后向联系是指外资企业向东道国企业买进中间投入品的过程。许多经济学家指出,在东道国从事生产活动的跨国企业会有意识地将技术转移给当地的中间品供应商,主动帮助他们改善生产技术、培训技术工人及传授先进管理经验等。这样做的目的是,跨国企业能够以更低的价格获得更高质量的中间产品。从本质上来说,这是跨国企业为海外生产建立有效供应链的策略(Javorcik 2004; Blalock and Gertler,

^①Biesebroeck 指出,在这 9 个非洲国家的制造业中,相对于非出口企业,出口企业的平均工资要高出 34%、人均产出高出 50% 以上、资本密集程度更高;生产规模是非出口企业的 2.6 倍,就业人数是非出口企业的 3 倍,等等。

2008)。

Javorcik(2004)认为,跨国企业有可能采取各种措施阻断技术向同行其他企业扩散,但是绝对不会阻碍技术向其上游部门的供应商扩散。在这个过程中,本土供应商不仅获得先进技术和管理经验,而且其生产规模随着跨国企业对其产品需求的增长而扩大,进而收获规模经济;此外,跨国企业也为下游部门提供较高技术含量的中间产品和售后服务,促进下游本土企业变得更有效率。他利用1996-2000年立陶宛的企业面板数据进行的研究发现,FDI对东道国的技术扩散效应确实存在,但是通常只会通过后向联系发生;FDI的水平溢出效应及FDI的前向联系效应并不显著。来自1988-1996年印度尼西亚国家的制造业数据进一步验证了FDI的垂直溢出效应(Blalock and Gertler 2008):为了避免受到单个供应商的制约,跨国企业分支机构通常会将新技术广泛传递给多家供应商;而掌握了先进技术的供应商之间的竞争使得位于供给市场下游的包括跨国企业分支机构在内的所有企业都获得了质优价廉的投入品。Javorcik和Spaatareanu(2009)进一步考察了FDI垂直溢出效应中的内生性问题:为什么不是优秀的本土企业自我选择成为跨国企业的供应商,而是本土企业成为供应商之后其生产效率才得以提高呢?对捷克FDI的研究表明:跨国企业的本土供应商在生产效率、生产规模、资本使用密集程度等方面的确比其他企业具有优势。但是除了本土企业这一自我选择机制外,也有证据表明跨国企业与本土供应商之间的后向联系产生了技术扩散的积极影响。

3. 劳动力流动与 FDI 的技术扩散效应

跨国企业通常会比本土企业花费更多的资源去培训劳动者,特别是在发展中国家里,跨国企业是培训活动的重要提供者(Javorcik and Spaatareanu 2009)。如果那些接受了培训并积累经验的劳动者离开跨国企业,转而受雇于本土企业或自己创办新企业,那么跨国企业的技术知识就能够外溢给其他劳动者和企业。

Strobl和Walsh(2002)发现,在加纳为外资企业工作并接受过其培训的劳动者的工资,通常会比只接受本土企业培训的劳动者的工资上涨更快。这意味着外资企业为劳动者提供的培训更富有生产效率。从长期来看,FDI流入提高了该国所有企业的工资水平。这一发现为FDI通过劳动流动渠道实现技术溢出提供了间接的证据。进一步地,Görg和Strobl(2005)发现,如果该国本土企业的所有者或经理有在同一行业的跨国企业工作的经历,这些企业往往比其他本土企业具有更高的生产效率。然而没有证据显示,本土企业的所有者或经理拥有在其他行业的跨国企业的工作经历会对该企业的生产效率产生积极影响。他们的研究又为FDI的水平效应和垂直效应的不同做了相应的脚注。最近,Poole(2009)对巴西1996-2001年的劳动力市场的研究显示:本土企业雇佣的具有跨国企业工作经历的劳动者比重越大,该企业劳动者的平均工资增长也就越快;劳动者在跨国企业和本土企业之间的流动带来效率的扩散,提高了劳动者的平均生产效率。

四、什么决定技术扩散

如果技术是可以通过各种各样的渠道扩散的,那么到底是什么因素在不同的渠道中决定着技术的扩散?大量的实证研究文献表明:一国的地理位置、技术水平、要素禀赋、政治制度、贸易开放程度等许多因素会影响该国采用和模仿外国技术的速度,导致技术扩散在全球范围内出现的巨大差异。

(一) 地理距离

毋庸置疑,FDI会受到地理距离因素的影响,贸易文献中的引力方程(Gravity Equation)表明了地理因素在国际贸易中的地位;同时地理距离也会增加以直接交流的成本。Keller(2001)发现1970-1995年G7国家(加拿大、法国、德国、意大利、日本、英国和美国)之间的技术扩散呈现地理半衰期(geographic half-life)的特征:当地理距离达到1200公里时,大约有一半的技术会消失。同样地,来自对1970-1995年欧洲86个地区的R&D和专利的研究表明:一个地区的创新活动投资的绝大部分好处被自身消化,其他地区只获得少量的R&D外溢效应,而这些地区也仅限于技术来源地区方圆300公里范围之内(Bottazzi and Giovanni, 2003)。Eaton和Kortum(1996)证明了技术在G5国家(美国、日本、英国、德国、法国)之间的扩散速度比在G5国家内部扩散的速度要缓慢许多。例如,一项美国的技术在美国国内范围内的扩散速度要比向日本扩散的速度快100倍。

然而,随着技术进步所带来的交通成本的下降、信息和通讯的便捷、跨国公司频繁的经济活动等因素,逐渐降低了国际技术扩散中地理距离的重要程度。Keller(2002)将R&D支出占据世界R&D支出90%以上的

G5 国家视为技术生产国。一国离主要技术生产国(例如美国)的距离每上升 10% ,该国的生产效率水平会下降 0.15%。然而,随着时间的推移,R&D 溢出效应随距离增加而下降的幅度不断变小^①,技术扩散的全球化趋势日趋明朗。Keller(2007)的研究也再次支持了这一结论。

(二) 技术差距

技术差距(technological gap)代表两个经济主体的技术发展水平差距,一般用两个经济主体的劳动生产效率的差距来表示。理论上认为,差距越大表明落后主体可利用的机会越多,技术扩散效应也就越明显(Findlay,1978)。然而实证研究的文献却没有支持这一观点。

Kokko 等(1994)在对乌拉圭 FDI 的研究中发现,只有本土企业和跨国企业的技术差距不太大时,本土企业才能够获得技术扩散效应。技术水平差距越悬殊,本土企业越没有能力从跨国企业的技术扩散中获益(Glass and Saggi 2005)。来自英国的研究也表明,技术扩散效应更显著地发生在与处于行业前沿的外资企业的生产效率差距不大的那些企业之中(Girma,Greenaway and Wakelin 2001)。同样地,Keller(2009)也指出,在拥有 FDI 投资的众多美国制造业部门中,技术水平相对较高的行业的 FDI 对同行业本土企业产生的技术扩散效应更为显著。因此,技术落后仅仅为外国技术溢出提供了较大的可能性,并不意味着东道国能够成功地采纳新技术。东道国应该努力提高本国的 R&D 支出和人力资本存量来改善吸收先进技术的能力(Crespo,Martín and Velázquez 2002)。

(三) 要素禀赋

要素禀赋决定了国际技术在一个国家的扩散速度。其中,物质资本和人力资本最为重要。如果一国只投资体现前沿技术的资本品,那么落后技术就会很快随着原有资本存量的折旧而消失,新技术替代旧技术占据主导地位;如果现有资本存量规模庞大,则会推迟东道国对新技术的采用。第二次世界大战后德国和日本的经济增长奇迹是一个很好的案例:二战后的德国和日本的资本存量几乎全部遭到摧毁,它们直接采用了体现当时最先进技术的资本品取代被摧毁的资本品。相对其他国家而言,两国拥有更先进的技术,生产效率提高和经济增长的速度也就更快(Gilchrist and Williams 2001)。

物质资本对先进技术的选择机制同样适用于人力资本。劳动者在生产过程中形成了与特定技术相联系的技能与经验。新技术的出现意味着与旧技术相联系的技能和经验价值的贬值。即使新技术要优于旧技术,劳动者也不愿意采用新技术而坚持使用旧技术。一国现有技术使用范围越广,就越难以转向采用新技术(Comin 2008)。

然而,更为普遍的情况是,发展中国家引进先进技术的愿望非常强烈,却因其人力资本水平低下而无法有效吸收新技术的扩散效应。人力资本和技术往往具有极强的互补性(Comin and Hobijn 2010b)。Caselli 和 Coleman(2001)以计算机为例考察新技术在全球的扩散,他们发现教育水平是新技术采用的重要决定因素:一国的小学教育程度以上的劳动者人数与该国人均计算机投资以同比例增长。Xu(2000)的研究更明确指出,东道国本土企业从美国跨国公司的分支机构获得技术扩散好处的人力资本门槛值是 1.9 年(25 岁以上成年男性的中学平均教育年限),大部分发展中国家的人力资本并没有达到这一水平。当 Haskel、Pereira 和 Slaughter(2007)以及 Keller 和 Yealp(2009)得到了 FDI 在美国和英国产生了积极效应的结论之后,他们给出的解释是:美国和英国是世界最主要的 R&D 支出国家,有足够的人力资本吸收 FDI 的技术扩散效应。

(四) 政治制度因素

长期以来,政治制度障碍被认为是阻碍技术扩散的重要原因。例如,Comin 和 Honbijn(2010b)的研究显示,所有技术扩散的集约边际受到一国民主化程度的影响。政治制度影响新技术在一国内部扩散的机制是:现有技术既得利益者在面临新技术威胁时,往往会采取各种努力游说当权者阻碍或推迟新技术的引入。然而,好的政治制度能够提高游说成本(Myerson 2003),迫使现有技术既得利益者放弃游说,有助于新技术扩散。

在长期中,政治制度仅仅是影响新技术扩散速度的必要条件,现有技术既得利益者的游说活动能否成功

^①Keller(2002)发现,G5 国家的 R&D 溢出效应随着距离增加而下降的幅度变小,地理距离的生产效率弹性为负数,其绝对值从 1970 - 1982 年的年均 2.4% 下降至 1983 - 1995 年的年均 2.0%。地理距离对技术扩散的影响程度正在下降。

还取决于新旧技术生产效率的差距(Comin and Hobijn 2009):如果新技术要远远优于现有技术,即使在设置障碍的情况下,消费者也会青睐新技术而放弃旧技术;如果新技术与现有技术差别不大,在障碍面前,消费者选择继续使用现有技术。Comin 和 Hobijn(2009)以铁路技术在不同国家扩散的案例来说明政治制度的作用。19世纪后半期的中国是一个民主化程度非常低的社会,当时主要依靠运河从事运输活动,尽管铁路的引入能够改善水运的生产效率,但是在铁路发展初期,其运输效率与水运差距并不太大。独裁体制使得运河既得利益者成功游说当权者为铁路技术的引入设立障碍,结果是中国的铁路技术扩散得非常缓慢。相反,在日本、西班牙、葡萄牙等国家没有运河,19世纪后半期这些国家也非常独裁,但铁路的发展远远超过了中国。同一时期,比利时这个欧洲最民主的国家拥有发达的水运体系,该国的铁路技术也发展得相当迅速。独裁的政治体制为比利时和中国的铁路发展长度的差异提供了一个解释,而新旧技术的差异诠释了中国和日本等其他国家的铁路技术扩散。

此外,一国的对外开放程度等其他因素也会影响国际技术扩散。对外贸易壁垒直接提高了进口资本品的成本,减少了一国对资本品的进口,从而减缓了新技术的扩散(Eaton and Kortum 2001)。在一个政府支出占GDP比重很高、农业部门规模庞大、产权制度不完善的国家里,新技术投资水平普遍较低(Caselli and Coleman 2001)。

五、结论

国际技术通过对外贸易、FDI和直接交流等形式在世界范围内扩散,这一扩散过程被认为是发展中国家获取新技术,提高技术水平和生产效率的有利机会。经济学家们从各个角度对国际技术扩散的效果、渠道、机制、决定因素作了详细探讨。现有文献对这一问题的研究表现出如下特点:

(一)研究的实证导向

经济学家们目前对国际技术扩散问题的研究已经开始超越早年增长理论家们对理论模型的关注,也不大关注增长中的宏观理论机制,而是将注意力集中于各种各样的实证研究。经济学家们不停地利用国家层面、行业层面、企业层面的数据,运用各种各样的计量方法,来证伪或证实早年增长理论家们的理论假设,并在实证上发现以往的理论所不能解释的经验事实,希望在一个更细更深的层面上解释技术扩散。

诚然,目前经济学家们对技术扩散的研究基本上没有能够突破早年增长理论家们的理论预见,并且由于学者们所使用的数据、分析方法不尽相同,所以学者们的研究结论彼此迥异。但是正是这些不同侧面、不同角度的研究不断提高我们对国际技术扩散这一问题的认识,使得我们对这一问题的认识更加全面而深刻。

(二)技术扩散度量方法的进展

技术扩散度量方法的系统化和规范化是国际技术扩散研究的重大突破。早年的增长理论家们虽然提出了技术扩散的基本理论框架,但是他们并没有提出一套严格的技术扩散度量方法。如果没有一套严格科学的度量指标,我们又如何知道技术扩散的事实,如何去揭示技术扩散背后的复杂机制?

技术扩散的度量方法的发展,开始解决这一问题。这一度量指标不仅度量技术扩散,将技术扩散在更细的层面上分解,Comin等人创造性地提出技术扩散的扩展边际和集约边际,这一分解打开了技术扩散的黑箱,使经济学家摆脱似是而非的技术扩散概念,在一个更细致更合理的层面上讨论技术扩散问题。

(三)与国际贸易理论的进一步合流

由于涉及国际经济学的研究领域,国际技术扩散的研究不可避免地会与国际经济学的进展交织在一起。这一合流与研究领域的重合紧密相关,当增长理论在国际化的背景下考察技术问题,国际经济学考察国际化的增长效应时,两支文献的研究不可避免地重合了。其次,这种合流反映了经济学研究实证化的倾向。如前所述,国际技术扩散的文献已经走上了实证化的道路,而国际经济学在Trefler(1995)之后也进入了实证化的时代,两支文献在研究路数上完全契合,这一转变反映了主流经济学界实证化的倾向。最后,国际技术扩散文献直接借用国际贸易理论的研究概念。例如,扩展边际和集约边际的概念实际上源自国际贸易理论,国际贸易文献利用这样的概念刻画出口产品的选择行为。Comin等人根据研究对象特点,将这一概念修正之后,用此概念刻画国际技术扩散,做出了重要贡献。

此外,文献也为发展中国家更有效地利用国际技术扩散效应提供了政策建议。首先,国际贸易和FDI流

入是国际技术扩散的主要途径,降低对外贸易壁垒并积极引入 FDI 是首要任务。其次,在影响国际技术扩散的众多因素中,一国的吸收能力已经取代了地理距离的主导地位并发挥着重要作用。其中,人力资本和 R&D 支出是决定吸收能力大小的核心因素。在互联网技术迅速发展的今天,基于许多发展中国家的人力资本水平和 R&D 支出非常低下这一现实,人们反而开始担心“数字鸿沟(digital divide)”会造成世界范围内人均收入的两极分化。最后,政治制度、产权制度及政府对经济活动的干预程度也是影响新技术扩散的重要因素。因此,发展中国家还应该注重提高本国劳动者的教育水平、增加 R&D 支出、减少政府对经济的干预、推进民主化进程以及完善产权制度等方面的工作。

参考文献:

1. Acharya R. C. and W. Keller. 2009. "Technology Transfer through Imports." *Canadian Journal of Economics* 42(4): 1411 - 1448.
2. Aitken B. J. and A. E. Harrison. 2006. "Do Domestic Firms Benefit from Direct Foreign Investment? Evidence from Venezuela." *American Economic Review* 89(3): 605 - 661.
3. Amiti M. and J. Konings. 2007. "Trade Liberalization, Intermediate Inputs, and Productivity: Evidence from Indonesia." *American Economic Review* 97(5): 1611 - 1638.
4. Bernard A. B. and J. B. Jensen. 1999. "Exceptional Exporter Performance: Cause, Effect, or Both?" *Journal of International Economics* 47(2): 1 - 25.
5. Bottazzi L. and P. Giovanni. 2003. "Innovation, Demand, and Knowledge Spillovers: Evidence from European Patent Data." *European Economic Review* 47(4): 687 - 710.
6. Biesebroeck J. 2005. "Exporting Raises Productivity in Sub-Saharan African Manufacturing Firms." *Journal of International Economics* 67(2): 373 - 391.
7. Blalock G. and P. Gertler. 2008. "Welfare Gains from Foreign Direct Investment through Technology Transfer to Local Suppliers." *Journal of International Economics* 74(2): 402 - 421.
8. Caves R. 1974. "Multinational Firms, Competition and Productivity in Host Country Market." *Economica* 41(162): 176 - 193.
9. Caselli F. and W. J. Coleman II. 2001. "Cross-Country Technology Diffusion: The Case of Computers." *American Economic Review* 91(2): 328 - 335.
10. Coe D. T., E. Helpman, and A. W. Hoffmaister. 1997. "North-South R&D Spillovers." *Economic Journal*, 107(440): 134 - 149.
11. Comin D. and B. Hobijn. 2009. "Lobbies and Technology Diffusion." *Review of Economics and Statistics* 91(2): 229 - 244.
12. Comin D. and B. Hobijn. 2004. "Cross-Country Technology Adoption: Making the Theories Face the Facts." *Journal of Monetary Economics* 51(1): 38 - 83.
13. Comin D., B. Hobijn, and E. Rovito. 2008. "A New Approach to Measuring Technology with an Application to the Shape of the Diffusion Curves." *The Journal of Technology Transfer* 33(2): 187 - 207.
14. Comin D. and B. Hobijn. 2010a. "The Intensive Margin of Technology Adoption." Harvard Business School Working Papers No. 11 - 026.
15. Comin D. and B. Hobijn. 2010b. "An Exploration of Technology Diffusion." *American Economic Review*, 100(5): 2031 - 2059.
16. Clerides K. S., S. Lach, and R. J. Tybout. 1998. "Is Learning by Exporting Important? Micro-Dynamic Evidence From Colombia, Mexico, And Morocco." *The Quarterly Journal of Economics*, 113(3): 903 - 947.
17. Crespo J. C. Martín, and F. J. Velázquez. 2002. "International Technology Diffusion through Imports and its Impact on Economic Growth." European Economy Group Working Papers No. 12.
18. De Loecker J. 2007. "Do Exports Generate Higher Productivity? Evidence from Slovenia." *Journal of International Economics*, 73(1): 69 - 98.
19. Eaton B. and S. Kortum. 1999. "International Patenting and Technology Diffusion: Theory and Evidence." *International Economic Review* 40(3): 537 - 570.
20. Eaton B. and S. Kortum. 1996. "Trade in Ideas: Patenting and Productivity in the OECD." *Journal of International Economics*, 40(5): 251 - 278.
21. Eaton B. and S. Kortum. 2001. "Trade in Capital Goods." *European Economic Review* 45(7): 1195 - 1235.
22. Findlay R. 1978. "Relative Backwardness, Direct Foreign Investment, and the Transfer of Technology: A Simple Dynamic Model." *Quarterly Journal of Economics* 92(1): 1 - 16.
23. Girma S., D. Greenaway, and K. Wakelin. 2001. "Who Benefits from Foreign Direct Investment in the UK?" *Scottish Journal of Political Economy* 48(2): 119 - 133.
24. Gilchrist S. and J. Williams. 2001. "Transition Dynamics in Vintage Capital Models: Explaining the Postwar Catch-up of Germany and Japan." Finance and Economics Discussion Series No. 2001 - 7.
25. Globerman S. 1979. "Foreign Direct Investment and 'Spillover' Efficiency Benefits in Canadian Manufacturing Industries." *Canadian Journal of Economics*, 12(1): 42 - 56.
26. Görg H. and E. Strobl. 2005. "Spillovers from Foreign Firms through Worker Mobility: An Empirical Investigation." *Scandinavian Journal of Economics*, 107(4): 693 - 709.
27. Griliches Z. 1957. "Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change." *Econometrica* 25(4): 501 - 522.

28. Grossman G. and E. Helpman. 1991. "Trade Knowledge Spillovers and Growth." *European Economic Review* 35(2-3): 517-526.
29. Glass, A. J. and K. Saggi. 2005. "Exporting versus Direct Investment under Local Sourcing." *Review of World Economics* 141(4): 627-647.
30. Holmes, T. J., and J. A. Schmitz Jr. 2001. "A Gain from Trade: from Unproductive to Productive Entrepreneurship." *Journal of Monetary Economics* 47(2): 417-446.
31. Haddad, M., and A. Harrison. 1993. "Are There Positive Spillovers from Direct Foreign Investment? Evidence from Panel Data for Morocco." *Journal of Development Economics* 42(1): 51-74.
32. Haskel, J., S. Pereira, and M. Slaughter. 2007. "Does Inward Foreign Direct Investment Boost the Productivity of Domestic Firms?" *Review of Economics and Statistics* 89(3): 482-496.
33. Javorcik, B. 2004. "Does Foreign Direct Investment Increase the Productivity of Domestic Firms? In Search of Spillovers through Backward Linkages." *American Economic Review* 94(3): 605-627.
34. Javorcik, B., and M. Spaatareanu. 2009. "Tough Love: Do Czech Suppliers Learn from Their Relationships with Multinationals?" LICOS Discussion Papers No. 24909.
35. MacGarvie, M. 2006. "Do Firms Learn from International Trade?" *Review of Economics and Statistics* 88(1): 46-60.
36. Myerson, R. 2003. "Effectiveness of Electoral Systems for Reducing Government Corruption: A Game Theoretic Analysis." *Games and Economic Behavior* 5(1): 118-132.
37. Mansfield, E. 1961. "Technical Change and the Rate of Imitation." *Econometrica* 29(4): 741-766.
38. Melitz, M. J. 2003. "The Impact of Trade on Intra-Industry Reallocations and Aggregate Industry Productivity." *Econometrica*, 71(6): 1695-1725.
39. Keller, W. 2001. "The Geography and Channels of Diffusion at the World's Technology Frontier." NBER Working Paper 8150.
40. Keller, W. 2002. "Geographic Localization of International Technology Diffusion." *American Economic Review* 92(1): 120-142.
41. Keller, W. 2004. "International Technology Diffusion." *Journal of Economic Literature* 42(3): 752-782.
42. Keller, W., and S. Yeaple. 2009. "Multinational Enterprises, International Trade, and Productivity Growth: Firm-level Evidence from the United States." *Review of Economics and Statistics* 91(4): 821-831.
43. Keller, W. 2009. "International Trade, Foreign Direct Investment, and Technology Spillovers." NBER Working Papers 15442.
44. Konings, J. 2001. "The Effects of Foreign Direct Investment on Domestic Firms: Evidence from Firm Level Panel Data in Emerging Economies." *Economics of Transition* 9(3): 619-633.
45. Kokko, A. 1994. "Technology, Market Characteristics, and Spillovers." *Journal of Development Economics* 43(2): 279-293.
46. Poole, J. P. 2009. "Knowledge Transfers from Multinational to Domestic Firms: Evidence from Worker Mobility." Working Paper, University of California Santa Cruz.
47. Strobl, E., and F. Walsh. 2002. "Efficiency Wages and Effort: Are Hard Jobs Better?" IZA Discussion Papers No. 661.
48. Utar, H. 2009. "Learning by Exporting through Access to Foreign Technical Service Markets." University of Colorado, Working Paper.
49. Xu, Bin, and J. M. Wang. 1999. "Capital Goods Trade and R&D Spillovers in the OECD." *The Canadian Journal of Economics*, 32(5): 1258-1274.
50. Xu, Bin. 2000. "Multinational Enterprises, Technology Diffusion, and Host Country Productivity Growth." *Journal of Development Economics* 62(2): 477-493.
51. Trefler, D. 1995. "The Case of the Missing Trade and Other Mysteries." *The American Economic Review* 85(5): 1029-1046.

Measurement, Channels and Barriers of International Technology Diffusion: A Survey

Bie Zhaoxia

(School of Economics, Wuhan University of Technology)

Abstract: Only a handful of rich countries attribute to most new technologies in the world, then other countries get the gains on productivity improvement through international technology diffusion. There are a lot of research works on international technology diffusion recent years due to close attention paid by more and more economists. Therefore, the paper surveys what is known about the measure of international technology diffusion, the channels through which technology spreads and the factors which determine technology adoption. A new approach system in measuring technology diffusion has appeared recently, which is called extensive margin and intensive margin. In addition, the major channels for technology diffusion include international trade and FDI flows. What's more, almost all evidence shows technology diffusion through international trade benefits all countries. However, the spillover effects of FDI inflow are very different across countries, which are attributed to many factors such as geographic distance, technologic gap, endowments and institutions.

Key Words: International Technology Diffusion; Measurement; International Trade; FDI Inflow

JEL Classification: B22, E13, N70, O33, O14

(责任编辑: 彭爽)