

进口产品复杂度对产业结构高级化的影响

——来自中国 34 个工业行业的经验研究

丁一兵 刘 威*

摘要：本文利用 1998–2014 年全球贸易数据，采用基于能力理论的适合度法和反射法对中国进口产品复杂度进行测算，并利用中国 34 个工业行业数据，研究进口产品复杂度对产业结构高级化的影响。通过对中国工业行业分类回归后发现，不同类型行业的进口产品复杂度对产业结构高级化的影响不尽相同：中高技术行业进口产品复杂度对产业结构高级化具有积极的促进作用；中低技术行业进口产品复杂度对产业结构高级化的影响相比中高技术行业的促进作用更显著；能源类行业进口产品复杂度对产业结构高级化的影响并不显著。上述结论对于利用适当贸易政策促进产业结构升级具有重要意义。

关键词：进口产品复杂度；产业结构高级化；反射法；适合度法

一、引言及文献综述

近年来，开放经济条件下的进口对中国经济的影响与日俱增。与此同时，寻找新的经济增长方式，强调内涵式发展，调整产业结构、促进产业升级成为国家经济发展的指导方针。因此，研究进口贸易对中国产业结构与技术水平的影响具有重要的现实意义。随着全球贸易与分工的纵深推进，国际贸易理论的研究重心也随之演进，对于贸易产品的研究逐渐从数量、种类延伸到贸易产品的复杂度。尤其是 Hausmann 和 Hidalgo (2010) 提出了基于能力理论的复杂度算法，为贸易产品复杂度提供了新的测度方法和理论依据，并逐渐被应用于出口产品复杂度对于经济增长、经济绩效等方面的研究 (Abdon et al., 2010; Poncet and Waldemar, 2013; 李小平等, 2015)。

进口贸易自纳入内生增长模型之后，其产生的技术溢出及竞争效应已被理论界普遍承认，学界认为进口贸易也会对经济增长乃至生产率产生影响。钱学锋等 (2011) 基于进口种类变化视角考察进口贸易对中国制造业全要素生产率的影响，认为这种影响存在水平效应和直接竞争效应，两种效应的影响机制和作用程度的差异取决于进口来源国和行业的技术

* 丁一兵，吉林大学经济学院，邮政编码：130012，电子信箱：ding7327@163.com；刘威，吉林大学经济学院，吉林财经大学《当代经济研究》编辑部，邮政编码：130117，电子信箱：54872960@qq.com。

本文感谢国家社科基金重大项目“‘一带一路’战略实施中推进人民币国际化问题研究”（项目编号：15ZDA017）、国家社科基金战略研究专项项目“‘一带一路’建设过程中推进金融创新和金融保障体系研究”（项目编号：17VDL012）、吉林财经大学博士基金项目（项目编号：2016B15）的资助。感谢匿名评审人的修改意见，文责自负。

水平;Yu 和 Li(2014)发现进口中间品的复杂性对于企业层面全要素生产率的影响具有促进作用。但全要素生产率指标无法体现整个社会的结构性变迁,包括产业结构的升级。因此在供给侧结构性改革与强调经济结构优化的背景下,考察进口贸易对中国经济的影响,不仅要关注其对全要素生产率的影响,还有必要考察其对产业结构高级化的影响。

发达经济体由于自身经济结构趋于稳定,因此关于进口贸易对产业结构影响方面的文献较少,大部分研究主要针对进口贸易对产业内异质性企业的影响,如 Horst 和 Joachim(2010)分析发现,当行业进口渗透率上升时,由于进口竞争加剧而导致本国效率较低的企业可能退出市场,幸存的企业将面临产出下降。而中国属于发展中国家,目前正处于经济结构转型时期,研究进口贸易对产业结构影响的文献相对较多。其中李荣林和姜茜(2010)利用 1987–2007 年行业层面数据进行实证分析,得出从长期来看进口贸易对资本密集型行业具有提升作用;傅纓捷和丁一兵(2014)发现,中低收入国家应积极增加中间品进口种类并扩大进口来源国范围,以此促进产业结构升级;周茂等(2016)在自然实验框架下发现,进口竞争效应明显促进产业结构升级。以上对于进口产品结构的研究,大部分是从二元论或者是三元论进行分析,也就是从进口产品数量、进口产品质量或者进口产品价格角度加以论述,很少有人从进口产品复杂度视角予以论证,只有魏浩和耿园(2016)将产品复杂度应用于进口产品,从不同层面论证进口产品复杂度对经济发展方式转变的影响。

在“中国制造 2025”背景下,我国产业结构正努力向高级化方向迈进。进口产品复杂度能否在产业结构高级化中起到积极的促进作用,其影响在不同类别的行业中是否一致,这将是当前研究中国进口贸易对产业结构影响相关文献的有益补充。本文将从以下方面进行扩展性研究:运用基于能力理论的反射法和适合度法对进口产品复杂度进行测算,并将企业规模、专利授权数、开放度、人力资本、研发密度和产业集聚度等影响因素作为控制变量,结合进口贸易复杂度数量化后分类别分析其对中国产业结构高级化的不同影响。

本文余下部分的结构安排如下:第二部分为进口产品复杂度影响产业结构高级化的机制与渠道;第三部分介绍基于能力理论的产品复杂度测算方法;第四部分为计量模型的设定;第五部分为计量结果分析;第六部分为本文的结论与政策建议。

二、进口产品复杂度影响产业结构高级化的机制与渠道

传统贸易理论、内生增长理论和企业异质性理论认为进口主要通过技术溢出、竞争效应、生产替代和市场需求等方面对一国的经济增长和产业结构产生影响(Romer, 1990; Grossman and Helpman, 1991; Aghion and Howitt, 1992; Melitz and Ottaviano, 2008),这四者的关系并非截然独立,而是互相渗透、互相影响,本文将从这几个方面阐述进口产品复杂度对产业结构高级化的影响。

从技术溢出效应来看,进口贸易作为解释技术进步的主要因素,其中最主要的途径就是“干中学”和技术扩散。无论进口中低技术产品还是进口中高技术产品均会产生技术溢出效应,不同进口品由于内在的技术含量不同(复杂度不同),进口国对进口品技术溢出的吸收效果和吸收能力往往有所差异。演化经济地理学家在基于产品复杂度和知识流动性方面的研究中得出:高度专业化的知识可能流动性较慢,因为除了开创者使用之外,其他同行从业者在学习和吸收高复杂度的新知识时将面临较高门槛,意味着将有较少的同行从业者能够从中获利,但是中等复杂的知识相对较容易吸收,较低复杂度的知识则更容易学习和扩散

(Olav et al., 2010)。进口中低技术行业产品由于技术门槛较低,对人力资本要求不高,吸收、模仿及其转化效果要较中高技术行业更迅速,而进口中高技术行业由于高度专业化的知识对吸收能力的要求,以及存在发达国家的技术封锁等问题,学习难度较大。在此情况下,尤其是对于发展中国家而言,中低技术行业进口复杂度的提高所带来的技术扩散及其对产业结构升级的作用可能会更明显。而能源类产品由于其技术有较强的特殊性,因此进口复杂度的提高所能够带来的技术溢出效果应当会弱于制造业。

企业异质性理论(Melitz and Ottaviano, 2008)认为进口会导致竞争,提高进口国的企业生产效率,从而改变进口国的成本价格和要素配置效率等。进口高复杂度的产品会促进进口国部分企业全要素生产率提高,另一部分企业退出,这个过程就会导致生产要素或者市场份额在不同行业间流动(高凌云、王洛林, 2010)。由效率提高导致的要素流向高附加值和高增加值产业促进了产业结构高级化发展。同时,进口国外高复杂度产品来替代本国的进口品,在国内企业市场份额缩小之后,部分企业会积极寻求新的发展方向,在利用现有资源、设备、技术的前提下努力向更高级的行业过渡。而进口高复杂度能源产品,往往是由于国内资源短缺或者是能源加工、提炼能力不足,国内企业在进口贸易中往往没有议价权,需要承担较高的成本,造成全社会资源配置的浪费,不利于全社会的产业结构高级化进行。

然而,从竞争效应的另一方面来看,部分学者(刘志彪、张杰, 2009)认为通过进口高复杂度的国外机械设备和中间品(中高技术行业)来满足以国外买家为主的订单模式,产品的技术标准和话语权都不在国内,在大量进口发达国家的机器设备和中间品时,国内原有的部分重型装备工业可能会失去市场,导致产业生产链条不能有效衔接,这对于产业结构的高级化,不能不说是一种消极影响。

另外,进口高复杂度产品还会对国内生产形成替代。Hausmann 和 Klinger(2007)的产品空间理论认为,从中低技术行业转向高级化产业需要本国积累更多的知识与能力,中低技术产品迈向高级化产品空间路径较长,而中高技术产品转向高级化产品空间路径较短,相对更易成功。综合来看,进口高复杂度的制造业产品通过技术溢出效应均会促进产业结构高级化发展,只是在不同的演进途径中存在部分差别。根据这一思路,对于发展中国家而言,中高技术行业的进口复杂度提高,可能会挤出这些行业中本国厂商对于高复杂度产品的生产,从而影响到这部分中高技术行业厂商实现产品进一步高级化的转换。

从市场需求角度考虑,进口高复杂度产品会对国内企业更新换代产生压力,在带动国内消费升级的同时也促进生产消费品的资本品的国内需求,进而促进产业结构高级化的发展。但是进口高复杂度的能源产品,则可能会抑制国内生产和提炼能源产品的资本品需求,抑制产业结构高级化的发展。

从以上几个方面阐述进口产品复杂度对产业结构高级化影响,可以得出以下三个假设。

假设 1:无论中高技术还是中低技术产品,复杂度越高,通过技术溢出效应均能促进进口国技术水平的提升,推进进口国的产业结构高级化;并通过竞争效应提高行业的全要素生产率,在资源重配过程中有助于产业结构向高级化方向发展。市场需求方面带来的消费升级也促进产业结构高级化。

假设 2:进口国外高复杂度的资本品,在竞争替代过程中,如果国内原来生产此类产品的企业没有及时调整,则会失去市场基础,进而不利于国内产业结构高级化。

假设 3:能源类行业的进口产品复杂度越高,说明国内或者短缺此类能源,或者国内能源

产品复杂度较低,不能满足市场需求,因此进口高复杂度的能源类产品会抑制国内提炼、加工能源设备的资本品需求;同时,高复杂度的能源类产品一般价格较高,会导致企业成本上升,不利于产业结构高级化发展。

三、产品复杂度的新测算方法

关于贸易产品复杂度算法的演进,最早是由 Michaely (1986) 提出的 TSI 指标 (Trade Specialization Indicator), 后来 Rodick 等 (2006) 在 TSI 基础上进行改进, 主体思想是一个产品的复杂度由所有出口它的国家的人均收入水平决定, 在赋予产品出口权重以后进行计算, 此种方法目前也被大多数学者所采用。还有一种测算方法是出口相似指标 (ESI), 通过衡量一国出口产品与发达国家出口产品的相似程度来衡量产品复杂度 (Schott, 2006; Wang, 2008; 等等)。但是他们都不同程度地存在一定问题, 比如收入指标因为与国家收入联系在一起, 所以容易陷入“富裕国家出口富裕产品”循环的批评 (Hidalgo and Hausmann, 2009), 而 ESI 衡量指标又过于简单。

Hausmann 和 Hidalgo (2010) 针对以上逻辑问题, 提出了能力理论来测算产品复杂度。所谓能力理论就是产品要求具有不同的多样性能力才能生产, 而每个国家因为生产不同的产品, 所以拥有的能力也是不同的, 国家能力表现了每个国家的能力禀赋, 产品复杂度由生产该产品所要求的生产能力来体现。简单来讲就是拥有更多能力的国家将生产更多复杂种类的产品, 要求更多能力才能生产的产品只有少数具有多能力的国家才能生产。Hausmann 和 Hidalgo (2010) 据此演绎出反射法, 经过若干次迭代后得到产品和国家的能力值, 又可以称为产品复杂度, 在此基础上也得出每一个国家的能力值, 这个产品复杂度的计算方法较好地解决了之前产品复杂度计算中所存在的逻辑问题。Tacchella 等 (2013) 又在反射法的基础上进行算法的改进, 我们将在下文具体介绍两种产品复杂度的计算方法。

总体来看, 目前大部分学者的研究尚集中在应用“产品对应的收入水平”这一方法来测算进口产品复杂度, 但该方法已被证明存在明显的不足, 因此本文将采用基于能力理论的适合度法 (Tacchella et al., 2013) 和反射法 (Hausmann and Hidalgo, 2010) 计算进口产品复杂度, 进而论证进口产品复杂度对产业结构高级化的影响。

(一) 反射法

Hausmann 和 Hidalgo (2010) 将基于国家人均收入的产品复杂度计算方法进行改进, 使用反射法构建产品和经济复杂性的度量。这个方法将贸易数据看作连接产品和国家这两个互不相交集的网络——国家集合与国家各自出口的具有显示性比较优势的产品集合。他们将多样性定义为一个国家出口具有显示性比较优势产品的数量, 普遍性定义为出口具有显示性比较优势产品的国家数量。一个具有高多样性的国家比一个低多样性的国家具有更大的复杂性; 一个被较少国家生产的产品比被较多国家生产的产品具有更大复杂性。这个背后的直觉判断是, 如果一个国家拥有必要的特定能力 (劳动力、技术、制度、机器、公共投入、可贸易的投入等等), 那么该国就能够生产 (出口) 这个特定的产品。

国家多样性和产品普遍性计算如下:

$$K_{c,0} = \sum_{p=1}^{N_p} M_{cp} \quad (1)$$

$$K_{p,0} = \sum_{c=1}^{N_c} M_{cp} \quad (2)$$

$$K_{c,n} = \frac{1}{K_{c,0}} \sum_{p=1}^{N_p} M_{cp} K_{p,n-1} \quad (3)$$

$$K_{p,n} = \frac{1}{K_{p,0}} \sum_{c=1}^{N_c} M_{cp} K_{c,n-1} \quad (4)$$

(1)-(4)式中: c 表示国家, p 表示产品,如果国家 c 出口具有显示性比较优势的产品 p ,则 $M_{cp}=1$,否则为 0。从国家的多样性(1)式和产品的普遍性(2)式开始,反射法计算前面迭代中度量的平均值。反射法的每一次迭代都会通过先前迭代信息改善复杂性的测度值。 n 对应于迭代次数,(3)式和(4)式被迭代直至没有附加的信息能从以前的迭代中得到,也就是当用(3)式和(4)式进行第 n 次和第 $n+1$ 次迭代时,得到的数值相对排序没有变化,则迭代停止。对每个国家来说, $K_{c,n}$ 偶数次迭代得到表示国家经济复杂度的变量,奇数次迭代得到表示产品出口复杂度的变量;对每个产品来说, $K_{p,n}$ 偶数次迭代得到表示产品出口复杂度的变量,奇数次迭代得到表示国家经济复杂度的变量。

(二) 适合度法

Tacchella 等(2013)认为 Hausmann 和 Hidalgo(2010)的反射法在数学和经济解释上存在缺陷,与他们理解的国家竞争力和产品复杂度之间存在线性关系相反,Tacchella 等(2013)认为国家适合性(竞争力)和产品复杂度之间是双耦合非线性的。简单推理如下:通过对一个国家出口篮子产品的复杂度来衡量一个国家的竞争力(适合性),但是不能通过对出口商的平均适应性来确定产品的复杂度,因为如果是反射法的话,一个国家只出口少数产品,那么就基本意味着这些产品在复杂程度上只需要很少的能力,但是却有这种情况存在:这个国家能够出口的少数产品几乎都是最高档的产品,他们以这种方式代表自己拥有很多能力,并能够生产从简单到复杂的很多产品。所以,适合度法改进了反射法的计算过程:通过加权出口国生产系统的复杂度,然后再计算它们适合度的倒数。

具体迭代方法由两步组成,第一步我们计算出中间变量 $\tilde{F}_c^{(n)}$ 和 $\tilde{Q}_p^{(n)}$:

$$\tilde{F}_c^{(n)} = \sum_p M_{cp} Q_p^{n-1} \quad (5)$$

$$\tilde{Q}_p^{(n)} = \frac{1}{\sum_c M_{cp} (1/F_c^{(n-1)})} \quad (6)$$

然后,再定义国家适应性和产品复杂性:

$$F_c^{(n)} = \frac{\tilde{F}_c^{(n)}}{\langle \tilde{F}_c^{(n)} \rangle_c} \quad (7)$$

$$Q_p^{(n)} = \frac{\tilde{Q}_p^{(n)}}{\langle \tilde{Q}_p^{(n)} \rangle_p} \quad (8)$$

初始条件是 $\tilde{F}_c^{(0)} = 1 \forall c$ 和 $\tilde{Q}_p^{(0)} = 1 \forall p$ 。 F 代表国家适合性和竞争力水平, Q 代表产品复杂度, M_{cp} 与反射法表示意义相同。 $\langle \tilde{F}_c^{(n)} \rangle_c$ 和 $\langle \tilde{Q}_p^{(n)} \rangle_p$ 为在每一次迭代过程中国家适合性和

产品复杂性的平均值。对比反射法计算, Tacchella 的计算方法有如下几个优点: 反射法计算结果趋于收敛, Tacchella 的计算结果更加发散, 使得国家适合性和产品的复杂度更易区别; 而且相比反射法, Tacchella 方法不会破坏国家能力和产品复杂性之间的关系; K_c 和 K_p 变量在反射法中不能完全反映出产品复杂度, 但是在 Tacchella 方法中, $\widetilde{F}_c^{(n)}$ 能够比较准确地衡量 $\widetilde{Q}_p^{(n)}$ 所代表的属性。其实整体来看, 两种算法得到的国家和产品排序位次差别并不大, 为了从准确度考虑, 在本文中我们采用 Tacchella 的方法来计算产品复杂度和国家适合度。

四、计量模型的设定

本文借鉴 Poncet 和 Waldmar(2013)的模型, 将出口产业复杂度替换为进口产业复杂度, 构建中国的进口产业复杂度和产业结构高级化之间的经验联系。

进口产业复杂度计算公式如下:

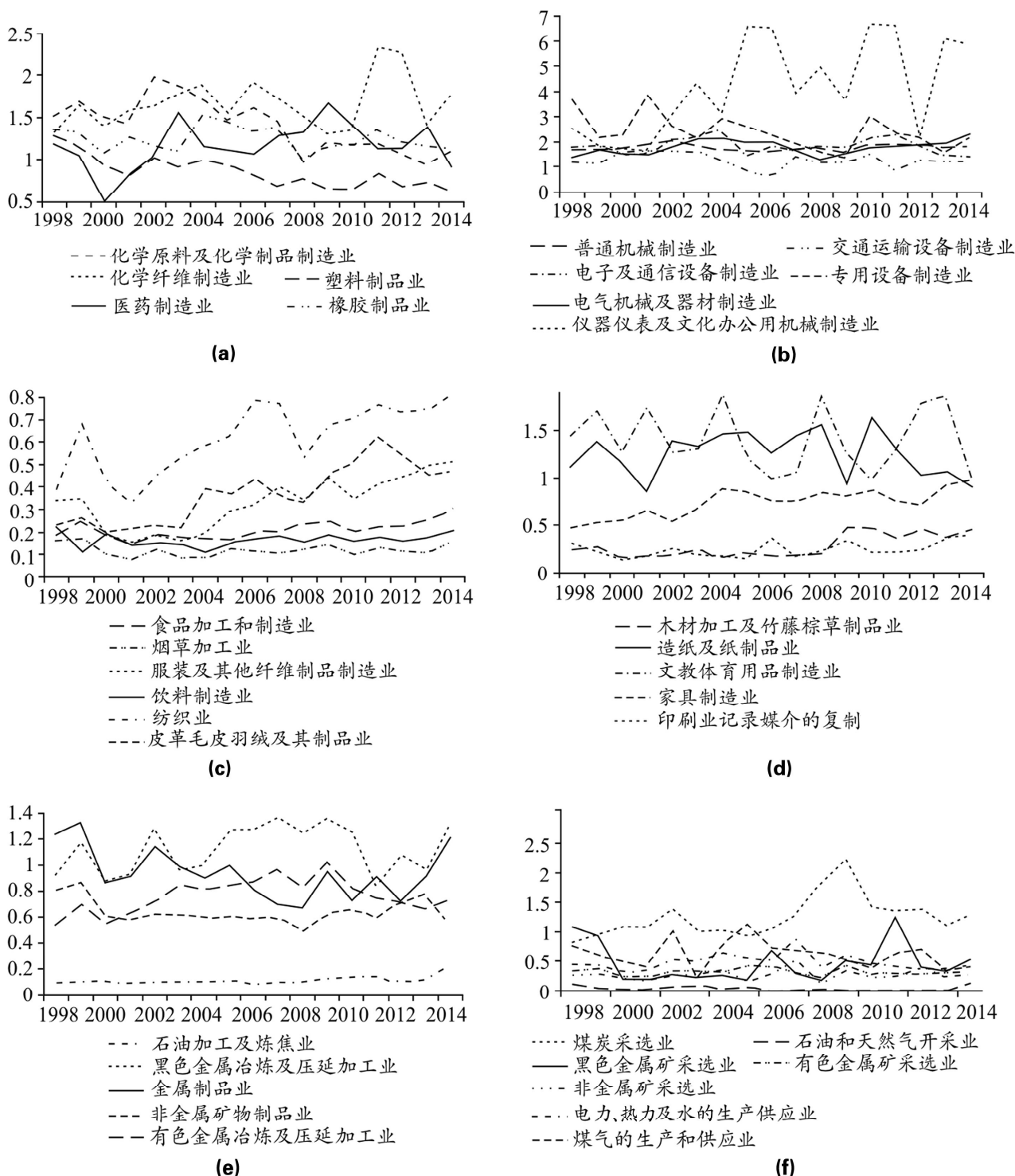
$$Comim_i = \sum_{p=1}^n Com_p^i \times \frac{Im_p^i}{Im^i} \quad (9)$$

(9)式中: $Comim_i$ 为当年进口产业复杂度, Com_p^i 为当年进口产品复杂度, Im_p^i 为当年进口产品总额, Im^i 为当年进口 i 产业所有进口产品总额, 将进口产品按照所占进口产业总额的权重再乘以自身的复杂度, 然后将该行业所包含的所有产品复杂度值按权重赋值后加总, 最后得到产业复杂度。产品所在行业划分参考盛斌(2002)的 SITC 三位码归类。行业划分根据《中国统计年鉴》中的分行业划分。由于其他制造业归类不明, 故将其剔除; 木材及竹材采运业在 2003 年的统计年鉴中改为其他采矿业, 为统计口径统一, 木材及竹材采运业和其他采矿业剔除掉; 并将电力、热力生产和供应业与水的生产和供应业合并为一个行业; 其他保持 2002 年统计年鉴的分类方法, 经整理后归为 34 个行业。参考钱学锋等(2011)的分类方法将 27 个制造业分为中高技术和中低技术两大类, 剩余 7 个行业归为能源行业, 具体分类见表 1。

表 1 中国工业行业按类别分组

产业类别	产业种类数	产业名称
中高技术行业	11	化学原料及化学制品制造业、医药制造业、化学纤维制造业、橡胶制品业、塑料制品业、普通机械制造业、专用设备制造业、交通运输设备制造业、电气机械及器材制造业、电子及通信设备制造业、仪器仪表及文化办公用机械制造业
中低技术行业	16	食品加工和制造业、饮料制造业、烟草加工业、纺织业、服装及其他纤维制品制造业、皮革毛皮羽绒及其制品业、木材加工及竹藤棕草制品业、家具制造业、造纸及纸制品业、印刷业记录媒介的复制、文教体育用品制造业、石油加工及炼焦业、非金属矿物制品业、黑色金属冶炼及压延加工业、有色金属冶炼及压延加工业、金属制品业
能源类	7	煤炭采选业、石油和天然气开采业、黑色金属矿采选业、有色金属矿采选业、非金属矿采选业、电力热力及水的生产供应业、煤气的生产和供应业

为说明划分方法的准确性, 我们按照适合度法计算的各个行业复杂度分类列示到图 1, 从图 1 中可以看到中高技术行业(图(a)、(b))复杂度明显高于中低技术行业(图(c)、(d)、(e))和能源类行业(图(f))。



注:图(a)、(b)为中高技术行业进口产品复杂度,图(c)、(d)、(e)为中低技术行业进口产品复杂度,图(f)为能源类行业进口产品复杂度。进口产品数据根据 UNComtrade 统计数据库数据整理计算而得。

图1 1998-2014年中国34个行业进口复杂度走势

由此设定本文的计量模型如下:

$$\ln high_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Comim_{it} + \alpha_2 Contr_{it} + \varepsilon_{it} \quad (10)$$

(10)式中: $\ln high$ 表示产业高级化的对数, i 表示第 i 个行业, t 表示时间, 时间选取范围为 1998-2014 年, $Contr$ 为控制变量, $\varepsilon_{i,t}$ 表示其他干扰项。

$high$ 为被解释变量产业结构高级化, 传统的产业结构高级化是根据配第-克拉克定律演

变而来,也就是非农业部门产值占全社会总产值的比值,还有产业结构层次法、moore 结构变动指数等都可以用来表示产业结构高级化。此外,傅元海等(2014)采用高端产业占全部工业产值比重来衡量产业结构高级化。贺俊和吕铁(2016)认为传统的三次产业结构、轻重工业结构划分方法并不是进行结构化分析的仅有视角,从继承和拓展的角度来看产业发展,基于知识复杂性和经济活动差异性能够为产业结构理论和经验研究提供当代价值。鉴于本文是从基于能力理论的产品复杂度视角来研究中国 34 个工业行业高级化,因此,参考傅元海等(2014)的做法,利用高知识复杂性产业占全部工业产值比重来衡量产业结构高级化,其中高端技术产业包括化工、医药、通用设备、专用设备、交通运输、电气机械、通信电子、仪器仪表行业。在得到每年的全行业产业结构高级化比例截面数据后,计算各个行业在每个年份的行业增加值占比,将每年的产业结构高级化比例乘以当年对应行业的工业增加值比值,作为最终代表产业结构高级化变量的指标数据。

Contr 为控制变量,包括企业规模、专利授权数、开放度、人力资本、研发密度、产业集聚度等等。

(1)企业规模(*qygm*)。新贸易理论认为规模经济对于经济发展具有促进作用,企业规模越大,单位生产成本越低,从资源配置角度看对产业结构高级化具有促进作用。我们利用行业不变增加值与行业的企业个数之比表示企业规模。数据来源于 1999–2015 年《中国工业统计年鉴》。

(2)专利授权数(*pat*)。产业结构高级化的重要推动力是科技创新,而专利授权数代表各行业创新的产出,因此利用专利授权数代表各行业企业创新能力,数据来源于 1999–2015 年《中国科技统计年鉴》。

(3)开放度(*open*)。外商投资企业生产的产品往往会被认为是高质量的,进而直接提升国家产业结构的质量。同时还存在技术扩散以及对本土企业的竞争效应,本文利用“三资企业”的行业总产值比上行业总产值表示该行业的开放度,数据来源于 1999–2015 年《中国工业统计年鉴》。

(4)人力资本(*labor*)。关于人力资本水平的估算一直存在争论,本文将采用人力资本核算最常见的方法,也就是本行业工资水平与全部行业平均工资水平之比来表示。数据来源于 1999–2015 年《中国劳动统计年鉴》。

(5)研发密度(*rd*)。研发支出相比专利授权数往往更需要配套的政策制度来支持,加入研发密度来控制需要政策支持的创新行为,Chu 等(2016)已经从实证角度证明了研发密度和专利授权对于经济结构演化的不同影响,他们认为研发支出行为比专利授权更需要一个适宜性的政策来刺激经济增长。用研发支出与全行业总产出的比值表示为研发密度。研发支出数据取自《中国科技统计年鉴》的技术开发经费内部支出。

(6)产业集聚度(*r5*, *r2*)。产业集聚度是指同一产业在某个特定地理区域内高度集中的程度。集聚经济在自然优势、共享机制与政府干预等因素的影响下,有利于要素流动,能够促进国家层面产业结构高级化的演化。本文利用每个行业排名前五省份的产值之和占该行业总产值的比重表示为 *r5*;利用每个行业排名前两位省份的产值之和占该行业总产值的比重表示为 *r2*。*r5* 和 *r2* 体现了产业集聚程度的不同。

(7)国家适合度(*shd*)。Tacchella 等(2013)在 Hausmann 和 Hidalgo(2010)的反射法基础之上,在计算出产品复杂度的同时还会得到每一个出口国家的适合度。根据能力理论,一

个进口行业复杂度等于所包含的所有产品的复杂度权重加总,也等价于该行业所有产品的出口国家的适合度权重加总。据此逻辑,本文利用国家适合度作为产品复杂度的工具变量。变量的统计性描述见表 2。

表 2 变量统计性描述

变量	定义	N	平均数	方差	中位数	最小值	最大值
lnimcom	进口产品复杂度	578	-0.49	1.08	-0.27	-5.17	1.9
lnpat	专利授权数	578	5.91	2.23	6.13	0	11.75
lnqygm	企业规模	578	-1.25	1.28	-1.4	-3.18	3.76
lnopen	开放度	570	-1.75	1.2	-1.36	-7.27	-0.17
lnlabor	行业人均收入	577	-0.04	0.3	-0.09	-2.54	0.91
lnrd	研发密度	578	-4.84	0.91	-4.71	-9.42	-1.3
lnshd	进口国家适合度	578	0.92	0.47	1.06	-1.58	1.49
lnr5	产业集聚度	431	-0.56	0.2	-0.55	-1.18	-0.13
lnr2	产业集聚度	431	-1.12	0.3	-1.13	-1.85	-0.3

五、计量结果分析与解释

先考察方程中解释变量的膨胀因子是否存在多重共线性的情况,经计算所有的 VIF 值均小于 5,因此认为解释变量的共线性问题不存在。由于 lnr5 和 lnr2 属于同一个变量,将两个变量分开测试共线性时 VIF 值均小于 5,因此不再单独列示 lnr2 的值。然后对相关变量进行单位根检验,以判断是否是平稳序列,根据 Multivariate Augmented Dickey-Fuller 面板单位根检验结果,所有变量(包括 r2,表中不再列示)均为平稳或者差分后平稳,因此将所有变量视为平稳变量。

表 3 面板单位根及 VIF 膨胀因子值

变量	M-ADF	检验结果	VIF	检验结果
lnimcom	187.423 ***	平稳	2.82	不存在共线性
lnpat	94.641 ***	平稳	1.90	不存在共线性
lnqygm	84.735 ***	平稳	1.96	不存在共线性
lnopen	176.584 ***	平稳	1.46	不存在共线性
lnlabor	112.276 ***	平稳	1.75	不存在共线性
lnrd ^D	163.179 ***	平稳	2.82	不存在共线性
lnshd	188.852 ***	平稳	2.82	不存在共线性
lnr5	92.104 ***	平稳	1.90	不存在共线性

注:*** 代表 1%显著水平下拒绝不平稳原假设,D 代表差分后。

(一) 分类检验估计与说明

为了考察不同技术行业进口对产业结构高级化的影响,我们不再将 34 个行业作为一个整体进行回归检验,而是直接进行分类别检验。

表 4 中,中高技术行业进口产品复杂度对产业结构高级化有促进作用,说明进口产品复杂度的提升有助于产业结构高级化的发展;将企业规模放入回归方程中,表现不显著,因此舍弃企业规模变量;注册专利项对被解释变量产生了积极的显著影响,说明创新对于国内的产业结构高级化具有促进作用;开放度表现正向显著,三资企业对于中国产业结构高级化发

展具有促进作用;人力资本整体表现相当显著,在中高技术行业人员收入方面能够积极适应产业结构高级化的发展;研发密度对产业结构高级化具有正向影响,但表现不显著;产业集聚度 $\ln r2$ 和 $\ln r5$ 对产业结构高级化影响均显著为负。对方程(3)、(4)分别进行 Huasman 检验,检验结果均拒绝原假设,因此固定效应模拟效果要优于随机效应,表格中不再列示随机效应回归结果。

由于可能存在内生性问题,进口产品复杂度会影响产业结构高级化,反过来产业结构高级化也会影响进口产品复杂度,这种相互影响使得估计结果存在潜在的偏误,为了使结论稳健,我们采用工具变量法进行回归。适合度法利用的迭代规则中国家适合度越高,则相应出口产品的复杂度就越高,在文中体现的就是进口国家适合度越高,相应的进口产品复杂度越高。选择进口产品复杂度和国家适合度的滞后一期作为工具变量进行 IV 估计,为了保证面板数据估计的有效性又进行了 GMM 估计,并利用 Kleibergen-Paap rk Wald F 统计值来检验是否存在弱工具变量,经检验该 F 统计值均超过经验临界值 10,故不存在弱工具变量问题。同时, Kleibergen-Paap rk LM Chi2 统计量通过 1%限制性水平检验,因此在 IV 模型和 GMM 模型中选取的工具变量和内生变量显著相关,不存在识别不足的问题。

表 4 中高技术行业进口产品复杂度对产业结构高级化影响

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	IV(2SLS)	GMM(2STEP)
$\ln imcom$	0.015 (0.27)	0.064 * (1.70)	0.102 *** (2.68)	0.102 *** (2.65)	0.216 ** (2.01)	0.215 ** (1.97)
$\ln pat$		0.080 *** (13.16)	0.082 *** (10.30)	0.079 *** (10.13)	0.075 *** (11.24)	0.074 *** (13.6)
$\ln open$		0.237 *** (5.10)	0.278 *** (5.49)	0.285 *** (5.47)	0.275 *** (4.28)	0.275 *** (3.97)
$\ln labor$		1.022 *** (8.01)	1.008 *** (7.00)	1.090 *** (8.11)	1.05 *** (6.69)	1.049 *** (6.49)
$\ln rd$			0.011 (0.42)	0.011 (0.40)		
$\ln r2$			-0.152 ** (-1.49)		-0.572 *** (-2.24)	-0.572 *** (-2.13)
$\ln r5$				-0.099 (-0.53)		
$_cons$	-4.527 *** (-157.927)	-4.851 *** (-68.288)	-4.862 *** (-31.566)	-4.732 *** (-37.57)		
N	187	187	146	146	135	135
R^2	0.000	0.557	0.661	0.656	0.598	0.594
R^2_a	-0.062	0.521	0.619	0.614	0.529	0.529
F	0.072	54.003	43.068	41.331	38.16	61.33
Kleibergen-Paap rk Wald F					16.38	16.38
rk LM Chi2					0.0001	0.0012

注: *、**、*** 分别代表 10%、5%、1%显著水平,()中的值为 t 值,下表同。

表 5 中,中低技术行业的进口产品复杂度对产业结构高级化具有促进作用,并且要高于中高技术行业进口产品复杂度对产业结构的影响。中国的传统优势产业在中低技术行业,所以中低技术行业进口在技术溢出以及模仿等方面相对更容易,中高技术行业在面对进口

竞争的时候,由于对国外发达国家进口资本品的过分依赖,国内企业在研发、创新等方面一旦不能有效适应市场需求,则容易被淘汰,不利于产业结构向高级化迈进。企业规模在中低技术行业中表现显著,说明中低技术行业的规模效应产生了积极的效果。对外开放度同样具有正向的积极促进作用。人力资本和研发密度在中低技术行业中均表现为负值,和部分学者分析的结果相符,可以解释为中低技术行业研发适宜性不如中高技术行业研发的适宜性(林毅夫、张鹏飞,2006)。产业集聚度对产业结构高级化的影响要明显强于中高技术行业,说明产业集聚程度越高,对中低技术的发展越有利,比如成本下降、人员流动便捷、资源共享等,而中高技术行业可能会因为竞争效应或者专利保护等因素部分阻碍产业结构升级。专利授权变量在中低技术行业模型中表现不显著而被舍弃。

由于可能存在内生性问题,为了使结论稳健,我们选择进口产品复杂度滞后一期和国家适合度滞后二期作为工具变量,检验方法与中高技术相同。经检验,工具变量不存在识别不足问题,弱工具变量也远远超过检验 Kleibergen-Paap rk Wald F 统计临界值,因此认为不属于弱工具变量。

表 5 中低技术行业进口产品复杂度对产业结构高级化影响

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	IV(2SLS)	GMM(2STEP)
$\ln imcom$	0.238 *** (4.98)	0.229 *** (3.61)	0.175 *** (2.88)	0.177 *** (2.86)	0.267 *** (2.73)	0.286 ** (2.50)
$\ln qygm$		0.121 *** (6.42)	0.098 *** (5.31)	0.091 *** (4.63)	0.052 *** (5.13)	0.046 *** (3.69)
$\ln open$		0.129 *** (3.49)	0.139 *** (3.91)	0.138 *** (3.76)	0.047 ** (2.13)	0.049 ** (2.09)
$\ln labor$			-0.11 (-1.571)	-0.116 (-1.621)	-0.016 (-0.485)	-0.016 (-0.626)
$\ln rd$			-0.116 *** (-4.396)	-0.109 *** (-4.094)	-0.050 *** (-3.473)	-0.045 *** (-3.401)
$\ln r5$		0.536 ** (2.56)	0.721 *** (3.57)		0.092 (0.82)	0.08 (0.81)
$\ln r2$				0.404 ** (2.58)		
$_cons$	-4.577 *** (-107.391)	-3.570 *** (-25.073)	-4.106 *** (-23.385)	-4.028 *** (-19.142)		
N	272	187	187	187	161	161
R^2	0.089	0.314	0.399	0.378	0.319	0.292
R^2_a	0.032	0.236	0.323	0.299	0.212	0.18
F	24.815	19.109	18.267	16.706	12.834	12.991
Kleibergen-Paap rk wald F					19.93	19.93
rk LM Chi2					0.0002	0.0015

表 6 中,能源类行业进口产品复杂度对产业结构高级化影响为负,而且表现不显著。国内某些能源产品属于短缺品而不得不进口,另外,某些能源行业则是因为自身的加工提炼能力差、复杂度低而进口,进口依赖抑制了国内对提炼或加工能源类产品的高级资本品的需求,间接阻碍了国内产业结构高级化的演进。由于能源类行业大部分为国有企业或者大型

垄断企业,企业规模是能源类行业的优势,对产业结构高级化产生积极正向的影响。对外开放度与之前表现相同,对产业结构高级化具有促进作用。人力资本回归效果显著,因为能源类企业自身的垄断性,所以能源类行业较其他行业的人均收入更高,这对行业高级化具有促进作用。研发密度与中低技术行业一样显著为负值。产业集聚度无论 $\ln r5$ 还是 $\ln r2$ 表现都不明显,能源行业的产业集聚度效应不如制造业。

仿效中高技术行业和中低技术行业的处理方法,故认为能源类进口产品复杂度具有内生性,将国家适合度和进口产品复杂度的滞后项代入模型中,进行 IV 估计和 GMM 估计,回归后的系数变小,而且变得不显著,因此能源行业只进行静态面板的回归分析。另外,方程(6)进行 Hausman 检验后拒绝原假设,固定效应模拟效果优于随机效应,因此将采用静态固定效应模型进行回归。

表 6 能源类行业进口产品复杂度对产业结构高级化影响

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
$\ln imcom$	0.07 (0.86)	-0.02 (-0.25)	-0.04 (-0.78)	-0.04 (-0.78)	-0.03 (-0.61)	-0.04 (-0.69)
$\ln qygm$		0.556 *** (9.96)	0.444 *** (9.41)	0.448 *** (8.35)	0.358 *** (6.48)	0.348 *** (6.06)
$\ln open$			0.218 *** (5.06)	0.219 *** (5.03)	0.246 *** (5.03)	0.257 *** (5.24)
$\ln labor$			1.449 *** (4.51)	1.438 *** (4.34)	1.463 *** (4.16)	1.409 *** (3.98)
$\ln rd$				-1.51 *** (-4.25)		
$\ln r5$					-0.442 (-1.40)	
$\ln r2$						-0.191 (-0.85)
$_cons$	-5.073 *** (-49.404)	-4.765 *** (-58.876)	-4.318 *** (-28.618)	-4.305 *** (-24.564)	-4.256 *** (-15.509)	-4.182 *** (-13.561)
N	119	119	114	114	90	90
R^2	0.007	0.477	0.69	0.69	0.693	0.688
R^2_a	-0.056	0.439	0.66	0.656	0.65	0.644
F	0.74	50.252	57.245	57.000	35.21	34.428

(二) 稳健性检验

稳健性检验则根据 Hausmann 和 Hidalgo(2010)反射法计算出产品复杂度(ref),将其代入公式(10),与适合度法处理方式相同,计算出进口产业复杂度后,再重新回归分析其对产业结构高级化的影响,具体见表 7。

方程(1)-(3)为中高技术行业,(4)-(6)为中低技术行业,(7)为能源类行业。表 7 的计算结果中无论是静态模型还是动态模型,中高技术行业还是中低技术行业,进口产品复杂度对产业结构高级化的影响与之前的检验结果完全相同。与适合度算法相比,反射法计算出来的复杂度对产业结构高级化的影响更显著,原因就是反射法计算出来的产品复杂度是收敛的,产品复杂度数值差别非常小,导致系数表现非常敏感,回归系数表现显著。

表 7 稳健性分行业类别回归结果分析

变量	H-FE	H-IV	H-GMM	L-FE	L-IV	L-GMM	E-FE
lnref	1.518 *** (5.99)	1.707 *** (3.65)	1.528 *** (3.20)	0.51 (1.55)	2.532 *** (3.44)	2.501 ** (2.49)	-1.284 * (-1.788)
lnpat	0.069 *** (11.07)	0.136 *** (8.10)	0.118 *** (7.72)				
lnopen	0.08 (1.48)	0.256 *** (2.59)	0.292 *** (3.48)	0.123 *** (3.28)	0.134 *** (3.43)	0.139 *** (3.27)	0.250 *** (5.67)
lnlabor	1.054 *** (8.06)	1.114 *** (4.28)	1.381 *** (5.28)	-0.129 * (-1.804)	-0.151 ** (-2.271)	-0.140 *** (-3.849)	1.377 *** (4.79)
lnr2	-0.235 ** (-2.512)	-0.23 (-1.272)	-0.16 (-0.887)				
lnqygm				0.085 *** (3.99)	0.069 *** (3.38)	0.067 *** (3.05)	0.277 *** (4.48)
lnrd				-0.119 *** (-4.397)	-0.093 *** (-3.480)	-0.087 *** (-3.266)	-0.153 *** (-4.344)
lnr5				0.614 *** (2.72)	0.23 (0.98)	0.10 (0.39)	
_cons	-10.467 *** (-11.095)			-6.173 *** (-5.024)			0.56 (-0.210)
N	146	135	135	187	171	171	114
R ²	0.72	0.14	0.25	0.38	0.28	0.28	0.74
R ² _a	0.69	0.04	0.16	0.30	0.18	0.18	0.72
F	66.52	17.19	24.42	16.71	13.47	11.35	59.06
Kleibergen-Paap rk Wald F		16.38	16.38		19.93	19.93	
rk LM Chi2		0.000	0.0001		0.000	0.001	

六、结论与政策建议

本文基于能力理论的适合度法和反射法计算进口产品复杂度。根据盛斌(2002)总结的 SITC 三位码与中国国民经济行业分类标准的对照表,将 SITCRev.3 三位码 260 多种进口产品归类到中国国民经济行业对应的 34 个工业行业中,在此基础上计算 1998-2014 年中国进口产品复杂度,并对中国产业结构高级化分类别回归。通过比较分析发现,在不同行业类别中进口产品复杂度对产业结构高级化的影响不尽相同,从中发现以下几个结论:(1)中高技术行业进口产品复杂度越高越有利于产业结构高级化,中低技术行业进口产品复杂度对产业结构高级化的影响相比中高技术行业更显著。整体来看,无论进口中高技术还是进口中低技术产品,对于国内的技术创新、资源配置和消费升级都是积极有效的,进而促进了国内产业结构高级化发展。(2)在中高技术行业方面,无论是专利申请数还是开放度都对产业结构高级化具有正效应;人力资本在中高技术行业表现显著,可能在于中高技术行业有着较高的生产率和技术吸收能力,科研人员能够较好适应中高技术行业发展,并推动产业结构高级化;研发密度表现不显著,说明中高技术科研投入没有得到最有效率的技术转化。(3)中低技术行业中,人力资本和研发密度因为存在研发适宜性问题而表现出负向影响;中低技术行业由于自然资源、共享机制等方面存在优势,产业集聚度表现显著;企业规模在中低技术行

业显著正相关。(4)能源类行业进口产品复杂度方面,复杂度越高越不利于产业结构高级化,但整体表现不显著,进口高复杂度的能源产品,本身抑制了国内对提炼及加工能源产品的高级资本品的需求,间接抑制了产业结构高级化的进程。还有一种原因是能源品自身技术溢出效应不明显,所以整体推动产业结构高级化效果并不显著。

为顺应国内产业结构向高级化水平转型升级,政府可以从以下几个方面加强工作:(1)无论是中高技术行业还是中低技术行业都应努力提高进口产品复杂度。同时也应该清醒地认识到,在保持进口国外资本品的同时,国内企业要努力开辟新市场,“一带一路”建设无疑给这部分企业提供了新的发展机遇,通过给“一带一路”沿线不算发达的国家提供他们急需的资本品,使企业资金链得到循环运转,并将部分资金投入到新设备的研发中,逐步实现企业自身的产业结构升级。注重培养企业的自主创新能力,对中高技术行业进行研发投入注重配置效率。在大力发展高端产业技术水平及其科研队伍的同时,还要重视传统中低技术行业的人力资本建设及其研发投入的适宜性,这样会进一步提高进口品技术溢出的吸收能力。(2)无论是制造业还是能源类行业,都应进一步扩大开放度,充分发挥三资企业对我国产业结构高级化的促进作用。中低技术行业的集聚效果相对显著,可以大力发展带动区域经济增长的产业园区建设,并重点扶持业绩良好的大型企业发展。(3)进口能源类产品复杂度方面,减少从国外进口复杂度高的能源产品,努力提高国内能源产品的提炼、加工、利用率,一方面节约资金成本,另一方面促进国内资本品需求增加,间接提高国内产业结构升级。

参考文献:

- 1.高凌云、王洛林,2010:《进口贸易与工业行业全要素生产率》,《经济学(季刊)》第2期。
- 2.傅纓捷、丁一兵,2014:《中间品进口与经济结构转型》,《世界经济研究》第4期。
- 3.傅元海、叶祥松、王展祥,2014:《制造业结构优化的技术进步路径选择——基于动态面板的经验分析》,《中国工业经济》第9期。
- 4.贺俊、吕铁,2015:《从产业结构到现代产业体系:继承、批判与拓展》,《中国人民大学学报》第2期。
- 5.李荣林、姜茜,2010:《我国对外贸易结构对产业结构的先导效应检验——基于制造业数据分析》,《国际贸易问题》第8期。
- 6.李小平、周记顺、王树柏,2015:《中国制造业出口复杂度的提升和制造业增长》,《世界经济》第2期。
- 7.林毅夫、张鹏飞,2006:《适宜技术、技术选择和发展中国家的经济增长》,《经济学(季刊)》第3期。
- 8.刘志彪、张杰,2009:《从融入全球价值链到构建国家价值链:中国产业升级的战略思考》,《学术月刊》第9期。
- 9.钱学锋、王胜、黄云湖、王菊蓉,2011:《进口种类与中国制造业全要素生产率》,《世界经济》第5期。
- 10.盛斌,2002:《中国对外贸易政策的政治经济学分析》,上海人民出版社。
- 11.魏浩、耿园,2016:《进口商品技术水平与中国工业经济发展方式转变》,《学术研究》第9期。
- 12.周茂、陆毅、符大海,2016:《贸易自由化与中国产业升级:事实与机制》,《世界经济》第10期。
- 13.Abdon, A., M. Bacate, J. Felipe, and U. Kumar. 2010. "Product Complexity and Economic Development." *Structural Change & Economic Dynamics* 23(1):36-68.
- 14.Aghion, P., and P. Howitt. 1992. "A Model of Growth through Creative Destruction." *Econometrica* 60(2):323-351.
- 15.Chu, C., Y. Furukawa, and J. Lei. 2016. "Patents, R&D Subsidies and Endogenous Market Structure in a Schumpeterian Economy." *Southern Economic Journal* 82(3):809-825.
- 16.Grossman, G., and E. Helpman. 1991. "Quality Ladders in the Theory of Growth." *Review of Economic Studies* 58(1):43-61.
- 17.Hausmann, R., and B. Klinger. 2007. "The Structure of the Product Space and the Evolution of Comparative Advantage." CID Working Paper, No.104.
- 18.Hausmann, R., and C. Hidalgo. 2010. "Country Diversification, Product Ubiquity and Economic Divergence."

- CID Working Paper, No.201.
- 19.Hidalgo, C., and R.Hausmann. 2009.“The Building Blocks of Economic Complexity.” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106(26):10570–10575.
 - 20.Horst, R., and W.Joachim. 2010.“Intra–Industry Adjustment to Import Competition: Theory and Application to the German Clothing Industry.” *World Economy* 33(8):1006–1022.
 - 21.Melitz, M.J., and G.P. Ottaviano. 2008 “Market Size, Trade, and Productivity ” *Review of Economic Studies* 75(1):295–316.
 - 22.Michaely, M.1986.“Trade, Income Levels and Dependence.” *Journal of Development Economics* 21(2):383–386.
 - 23.Olav, S., W. Jan, and F. Lee. 2010. “Complexity, Networks and Knowledge Flow.” In *The Handbook of Evolutionary Economic Geography*, Vol.15. Edited by R.Boschma and R. Martin:316–352. UK: MPG Book Group.
 24. Poncet, S., and F. Waldemar. 2013. “Export Upgrading and Growth: The Prerequisite of Domestic Embeddedness.” *World Development* 51(16):104–118.
 - 25.Rodrik, D.2006.“What Is So Special about China’s Exports?” *China & World Economy* 14(5):1–19.
 - 26.Romer, P.M.1990.“Endogenous Technical Change.” *Journal of Political Economy* 98(5):71–102.
 - 27.Schott, P.K.2006.“The Relative Sophistication of Chinese Exports.” NBER Working Paper 12173.
 - 28.Tacchella, A., M.Cristelli, G.Caldarelli, A.Gabrielli, and L. Pietronero. 2013.“Economic Complexity: Conceptual Grounding of a New Metrics for Global Competitiveness.” *Journal of Economic Dynamics & Control* 37(8):1683–1691.
 - 29.Wang, Z.2008.“What Accounts for the Rising Sophistication of China’s Exports?” NBER Working Paper 13771.
 - 30.Yu, M. J., and J. Li. 2014. “Imported Intermediate Inputs, Firm Productivity and Product Complexity.” *The Japanese Economic Review* 65(2):178–192.

The Impact of Import Complexity on Industrial Structure Upgrading: Empirical Evidence from 34 Industries in China

Ding Yibing¹ and Liu Wei^{1,2}

(1: School of Economics, Jilin University; 2: The Editorial Department of
“Contemporary Economic Research”, Jilin University of Finance and Economics)

Abstract: This paper uses global trade statistics from 1998 to 2014 and the method of fitness degree and reflection based on capability theory to measure the complexity of imported products. And based on the 34 industries’ data in China, this paper studies the impact of the complexity of imported products on industrial structure upgrading. Through the grouped regression analysis, it is found that the complexity of imported products in the higher–middle–tech industries has a positive effect on industrial structure upgrading. The influence on the lower–middle–tech industries is even more significantly positive, and the complexity of the imported products in the energy industry doesn’t have a significant influence on structural upgrading. The conclusion of this paper provides a new perspective for the impact of China’s imported products on the process of China’s industrial structure upgrading, so it has certain practical significance.

Keywords: Import Product Complexity, Industrial Structure Upgrading, Method of Reflection Method, Fitness Method

JEL Classification: F14, L16

(责任编辑:惠利、陈永清)