

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

王高凤, 郑玉

(南京大学经济学院, 江苏南京 210093)

摘要:以生产阶段数作为衡量制造业生产分割长度的指标,在此基础上利用中国工业企业1998—2011年数据并构建联立方程模型,分析中国制造业生产分割长度与其全要素生产率(TFP)之间的关系。研究表明:(1)整体层面上,中国制造业TFP的增加对制造业生产分割长度有显著的正向影响,TFP增加1%,制造业生产阶段数增加0.523%。而生产分割的长度增加并没有增加其TFP,两者之间的关系并不是相互促进的关系;(2)高技术制造行业的TFP与生产分割的长度是相互促进的关系,但高技术行业生产阶段数的增加对全要素生产率的正向影响并不明显;(3)低技术制造行业的TFP对生产分割长度有正向影响,但生产分割长度对其TFP的影响为负,低技术制造行业主要涉及加工、制造等低生产率阶段。

关键词:生产分割;全要素生产率;生产阶段数;制造业;全球价值链

中图分类号:F407 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-9301(2017)04-0080-13

一、引言

在全球生产碎片化和市场一体化的时代背景下,生产分割成为各国参与全球价值链的重要方式。而作为企业生产的一种组织形式,生产分割不仅提高了生产专业化水平,同时使得企业能以更低的成本从事至少一个环节的生产活动^[1]。企业依据各地区比较优势将研发、生产、营销等过程分布于不同国家和地区,形成遍布于全球的网络,如苹果、英特尔等。Hummels *et al.*^[2]以中间品贸易额作为衡量生产分割程度的指标,计算了OECD国家与部分发展中国家参与生产分割的程度,结果表明各国参与生产分割的程度呈上升趋势。

作为最大的发展中国家,中国在全球生产分割体系中扮演着越来越重要的角色。据统计,在1995—2014年间,中国中间品进口额从1995年的762.45亿美元上升至2014年的13744.99亿美元,年均增长率达到15.56%;与之相对的出口额则以年均13.34%的增幅稳步攀升,截至2014年底,出口额高达12121.62亿美元。这在一定程度上表明中国企业参与生产分割的程度日渐加深,但接踵而至的问题是,中国企业参与生产分割是否明智,是否可以从中获取利益?全要素生产率是企业的核心竞争力所在,鉴于此,正确评价参与生产分割是否有利于企业全要素生产率的提升则尤为重要。当前中国企业在参与全球价值链体系的过程中普遍面临低层次、低附加值的窘境,显然,全面刻画企业参与国际生产分割的生产率效应并进一步分析其中的作用机制,可以为企业提升其在

收稿日期:2017-01-24;修回日期:2017-04-12

作者简介:王高凤(1989—),女,安徽天长人,南京大学经济学院博士研究生,研究方向为市场需求、全球价值链;郑玉(1990—),女,安徽安庆人,南京大学经济学院博士研究生,研究方向为产业组织学。

全球价值链中所处的层次与地位以避免陷入“价值洼地”的泥沼提供可行思路。由此可见,参与全球生产分割影响企业生产率水平,而生产率水平的高低是我国企业参与国际生产分割的一个决定因素,进而影响着企业在全价值链中的地位,参与生产分割与全要素生产率之间可能存在互动关系。

二、文献述评

现有文献对企业全要素生产率与生产分割的互动关系的研究非常少,更多学者专注于研究生产分割,而国内外学者对生产分割研究主要集中于三个方面:一是研究影响一国参与生产分割的因素;二是研究生产分割程度的测算方法;三是研究生产分割对一国生产率、劳动者收入、全球价值链位置等方面的影响。一般而言,影响一国参与生产分割的因素主要有其本身的要素禀赋(比较优势)及要素价格、贸易成本、企业的生产率等。而一国比较优势越明显,企业生产率越高,参与生产分割的程度越深^[3-4];但较高的要素价格及贸易成本则阻碍一国参与进入国际市场,参与全球生产^[5-6]。

对生产分割程度的测度是研究其对生产率水平等经济要素影响的基础。总结现有研究,生产分割测度方法主要可以分为三种:第一种是参照国际贸易标准分类(SITC),根据研究的现实需求选择其中的某些分类直接测量其参与生产分割的程度^[7-8]。第二种是通过跨国公司母公司与子公司之间贸易来估计中间产品贸易额^[9]。第三种是通过国际或国内投入产出表估算一国生产分割的程度^[2,10-12]。其中通过产出表估算是学者使用较为频繁的方法。自 Hummles *et al.*^[2]第一次利用投入产出表测算了1970—1990年10个OECD国家与4个工业化国家的生产分割程度,众多学者在此基础上不断依据现实情况进行修正。Dean *et al.*^[10]在中国加工贸易发达的现实国情下,改进了度量中间产品贸易的方法,并利用中国的投入产出表对中国的国际生产分割程度进行了测算。Johnson and Noguera^[12]提出使用一国生产增值与出口总额之比度量产品分割的程度。

生产分割对我国国民经济的影响主要体现在参与国际性的生产分割是否扩大了员工间的收入差距?是否提高了企业的全要素生产率并最终提升我国在全球价值链中的位置?对此,国内学者给予了明确的回答。企业在参与生产分割的过程中更偏向于高技能劳动力,增加了高技能劳动力工资的增长速度,进而扩大了高低技能劳动力间的收入差距^[13]。而参与生产分割对企业生产率的提升有行业性的差异,非加工贸易形式的生产分割对生产率的提升作用要高于加工贸易形式的生产分割,且中低技术行业生产效率的提升最为明显^[14]。同时,参与国际产品分工对提升价值链具有显著的作用^[15-16],但生产分割对技术部门价值链的促进作用比资本部门明显^[17]。由此可见,参与生产分割的影响不能一概而论,需依据行业的性质进行异质性分析。

从以上的分析可以看出,现有研究主要集中于研究衡量一国参与国际生产分割的程度,但这种测度较为笼统,无法清晰地揭示经济体参与全球价值链的长度或复杂度,即一国涉及价值链中研发、设计、生产、组装、售后等阶段中的具体数量环节。Fally^[18]等提出生产阶段数概念,用以衡量一国经济生产分割的长度。生产阶段数越大,表示一国与其他国家的生产联系越强,经济复杂度越高。而我国学者倪红福等^[19]拓展了Fally^[18]等的生产阶段数概念,在全球投入产出模型的框架下,对中国产业部门生产分割长度进行了分析,发现中国产业部门生产分割长度的涨幅明显,但呈现出阶段性的特征,加入WTO后出现明显的增势,而2008年经济危机后出现短暂的下降。倪红福等^[19]的研究首次用生产阶段数概念从全球视角下揭示了中国生产分割的长度,具有很强的现实意义,而生产分割的长度可以理解为分工的程度,分工导致经济复杂度提高,进而提高企业生产率。由此可见,生产分割的长度与行业的全要素生产率有着密切的联系。本文欲在此研究基础上,利用中国工业企业1998—2011年的数据从生产阶段数的视角研究制造业生产分割的长度与其全要素生产率之间的关系。本文的创新之处在于首次从生产阶段数角度研究生产分割长度与行业全要素生产率的双向互动关系,验证生产分割的长度是否能对行业全要素生产率产生正向影响。

三、理论机制

(一) 参与国际生产分工体系的“生产率效应”

首先,对于我国进口企业来说,生产分割通过技术扩散和技术溢出效应等影响其全要素生产率^[14]。进口包含专业技术知识和国外研发成果的中间投入品,有利于企业通过中间投入品的技术溢出效应提高全要素生产率。而对于出口企业来说,进入全球市场,增加了企业竞争环境的激烈程度,国际市场的高质量标准迫使企业不断提高生产率以求得生存。同时企业也可通过“学习效应”,进一步吸收国外先进的管理模式和生产经验。由此可见,加入国际生产分割在一定程度上提升了企业全要素生产率。

其次,技术创新是企业提高生产率最重要的方式,而技术创新需要大量的 R&D 投入,且具有较高的风险,因此,企业间联合进行研发和创新,并且共同享有研究成果已经成为一种趋势。我国企业采取“以资金换技术”与价值链高端的企业联合开发,进一步获取先进的生产技术和设备,提升全要素生产率。除此之外,企业也通过在国外进行研发投资或直接并购的方式实现技术创新。在国外进行研发投资可以进一步学习国外创新模式,同时可以利用国外高水平人才因地制宜地创新。而直接并购则可以直接获取被并购企业的研发资源,拓展并购企业的高技术产品的种类,进而提升我国企业的创新能力,提高全要素生产率。

但国际生产分割对企业全要素生产率的影响在不同的行业具有异质性,高技术行业相较于低技术行业,其内部企业研发投入高,劳动力具有较高的文化水平,因而在吸收国外技术扩散上具有较强的学习、模仿、创新能力,加入全球生产分工对高技术行业全要素生产率提升的效用明显高于低技术行业,而低技术行业甚至在某种程度上并不能提高全要素生产率。由此可见,企业内部生产要素效率的高低是企业能否在全球化生产中提升全要素生产率的基础。

(二) 全要素生产率提升的“价值链攀升效应”

改革开放以来,我国逐渐融入全球化生产,成为“制造大国”、“生产工厂”。随着国内人口红利的消失,国外经济环境的恶化,我国企业原始竞争优势逐步丧失,若不寻求突破,极易被发达国家锁定在全球价值链的低端。而对我国企业来说,全要素生产率的增加是企业国际生产分割中实现价值链攀升最重要的方式。引起企业全要素生产率增加的原因可分为内部因素和外部因素,而外部因素具有诸多的不可控性,因此,内部因素是企业全要素生产率增加的关键,进而也是企业最终实现价值链攀升的最重要的影响因素。一般而言,影响企业全要素生产率的内部因素主要包含技术创新能力、从业人员的生产率、资本密集度及企业的管理水平等。

首先,技术创新能力是提升企业全球价值链位置的最重要的内部因素,也是企业走向“创新驱动”的标志。技术水平的提高,使得企业增加了在研发、设计环节的主动权,摆脱只能被动加入生产、组装等低附加链条的尴尬局面。就低技术企业而言,技术创新对其具有颠覆式的意义,低技术产业可以通过开发新产品、向前或向后延伸产业链条保持自己的市场竞争地位,实现产业升级和价值链攀升。而对高技术企业来说,技术创新是其制定技术标准,获取高附加值,占据价值链顶端最根本的方式。在技术更新如此迅速的今天,只有不断地创新才能真正地保持竞争力,

其次,劳动生产率以及资本密集度的增加是企业转变传统“要素驱动”方式的重要途径,也是企业攀升全球价值链的内部因素,劳动生产率和资本密集度的提升减少了低级劳动力的投入,使得企业承接较大生产难度的能力及模仿、创新的可能性增加,进而增加企业进入全球价值链的深度。不仅如此,较高的劳动生产率和资本密集度促使企业涉及更多的价值链环节,增加了企业进入全球价值链的广度。

从上面的分析可以看出,全要素生产率水平的高低是企业承接国际生产分割的决定性因素,进而影响着企业全球价值链中的地位;而进入国际生产分割又会影响企业全要素生产率水平,企业

全要素生产率与生产分割具有双向互动关系,但这种双向关系并不一定是正向影响关系,需要依据企业内部生产要素的效率而定。

自我国 2000 年加入 WTO,中国的制造业正式进入全球价值链生产时期,十几年的发展过程中经历了由传统制造业向高端制造业发展的阶段,“中国制造”逐步向“中国智造”推进,但中国制造业生产性服务化水平仍较低^[20]。近年来,内部人力成本和运营成本持续上涨迫使我国传统制造业不断改进技术、提高生产率、降低生产成本。而参与国际生产分割,面临全球竞争压力,吸收国外先进生产技术是中国制造业转型升级的重要途径。由此可见,进入全球生产分割体系在一定程度上促进了我国制造业企业全要素生产率的提高,而制造业的转型升级使得我国高端制造业逐步攀升全球价值链的中高端,传统制造业面临新的发展机遇和挑战。加入全球价值链,参与国际生产分割体系与中国制造业全要素生产率提高存在相互影响,这种相互影响是我国制造业最终实现“中国智造”、攀升价值链顶端的重要因素。

四、中国制造业生产分割长度与全要素生产率测算

(一) 生产分割长度

1. 测算指标的选取与测算方法

现有关于生产分割长度对生产率影响的文献中,关于对生产分割长度的测度主要是基于 Hummels *et al.*^[2] 提出的出口产品中的进口中间品的价值(或相关改进变量)来衡量。但倪红福等^[19]指出这些指标大都从贸易利得的角度衡量一国(行业)生产分割的长度,无法反映出生产结构复杂度变化或生产阶段数的变化情况。在该文中作者用美国制鞋行业进行了说明。根据 Smith^[21]的观点,随着经济分工的进一步细化与专业化,经济主体间的技术经济联系会越来越复杂,产品生产所经历的阶段会越来越多,产品生产链条也逐渐延长,进而生产效率与居民福利得到提升。换句话说,用生产阶段数量表示的生产分割长度更能反映出生产分工体系的深化,更能反映生产分割对经济的影响。因此,本文采用 Fally^[18]利用一国投入产出表计算出行业生产阶段数量的方法,测度中国制造业行业的生产分割长度。具体计算公式如下:

$$N_i = 1 + \sum_j a_{ij} N_j \quad (1)$$

其中, N_i 度量某产品在生产出来之前所经历的生产阶段数量,也就是有多少生产环节顺序进入了该产品的生产过程。 a_{ij} 表示生产一单位价值的产品*i*需要投入 a_{ij} 单位价值的产品*j*。若生产某产品不需要任何中间投入,则该产品的生产阶段数为 1。如果该产品的生产需要投入中间品,则生产阶段数 N_i 就依赖于中间投入数量的多少以及相应的中间产品自身的生产阶段数量。将公式(1)表示为矩阵形式:

$$N = (I - A)^{-1} I \quad (2)$$

N 表示 $n \times 1$ 的行业生产阶段数矩阵; I 表示元素为 1 的 $n \times 1$ 矩阵; A 表示元素为 a_{ij} 的 $n \times n$ 矩阵,即直接消耗系数矩阵。

计算行业生产阶段数需要不同年份的投入产出表,尤其是直接消耗系数矩阵 A 。基于本文的研究时间,选取 1997 年、2002 年、2007 年及 2012 年的投入产出表作为计算的基础。这四个年度的投入产出表最详细的行业分类分别包括 124 部门、122 部门、135 部门以及 139 部门。按照国民经济行业分类与代码,将四个年度投入产出表中的制造业部门数据进行相应的加总处理,最终得到包含 29 个制造业行业的投入产出表,计算出相应年份的直接消耗系数矩阵 A 。但在此基础上利用(2)式仅能计算出 1997、2002、2007 与 2012 年各细分行业的生产阶段数。参考高敬峰^[22]估算连续年度生产价值链长度的方法,本文依此方法来估算出制造业行业连续年度的生产阶段数。直接消耗系数本质上反映的是各行业的生产技术状况。假定生产技术稳步发展,在一段时间内每年以固定的比例增

长,则我们可以假定在考察期内行业生产阶段数每年的变化率是相同的。具体而言,1997 年与 2011 年各细分行业的生产阶段数以 1998 年与 2012 年的生产阶段数来代替。然后,根据 1997 年与 2002 年的生产阶段数数值,计算出生产阶段数在这 5 年期间的年平均变化率,并以此变化率估算出 1999—2001 年各制造业行业的生产阶段数。以此类推,再分别根据 2002—2007 与 2007—2012 年各行业的生产阶段数数值,计算出年平均变化率,估算出 2002—2006 年以及 2008—2010 年的各制造业行业的生产阶段数。最终,计算得出 29 个制造业行业 1998—2011 年的生产阶段数。

2. 测算结果

本文将 29 个制造业行业划分为低技术行业与高技术行业,观察不同技术层次的行业生产分割是否表现出不同的变化趋势。本文将各行业研发强度均值与制造业行业整体均值进行比较,如果两者差值大于零,则该行业为高技术行业,反之,则为低技术行业,划分结果如表 1 所示,而后依据公式(2)计算出高、低技术行业的生产阶段数,结果如图 1、图 2 所示。

表 1 按研发强度划分标准的行业分类

技术层次	行业
高技术层次	石油加工、炼焦及核燃料加工业、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、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、通用设备制造业、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、通信设备、计算机及其他电子设备制造业、仪器仪表及文化、办公用机械制造业
低技术层次	农副食品加工业、食品制造业、饮料制造业、烟草制品业、纺织业、纺织服装及鞋帽制造业、皮革、毛皮、羽毛(绒)及其制品业、木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业、家具制造业、造纸及纸制品业、印刷业和记录媒介的复制、文教体育用品制造业、塑料制品业、非金属矿物制品业、工艺品及其他制造业

首先,从整体变化趋势来看,所有高技术行业的生产分割长度整体上均有提高,其中上升速度最快的是通用设备制造业(37.6%),其次分别为仪器仪表及文化、办公用机械制造业(32.8%)、化学纤维制造业(25.4%)、化学原料及化学制品制造业(24.8%)以及专用设备制造业(24%)。而图 2 可以看出,除了烟草制品业,其他所有低技术行业的生产分割长度整体上都呈现上升趋势,其中增长速度靠前的行业有工艺品及其他制造业、纺织服装及鞋帽制造业、木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业、印刷业和记录媒介的复制、文教体育用品制造业,分别增长了 27%、25.7%、24.6%、22.4% 与 22%。一方面随着改革开放与市场化进程的不断深入,中国产业之间的经济技术联系日益加强,产品生产功能不断从企业内部分离出去,分工协作逐渐深化,产业链条不

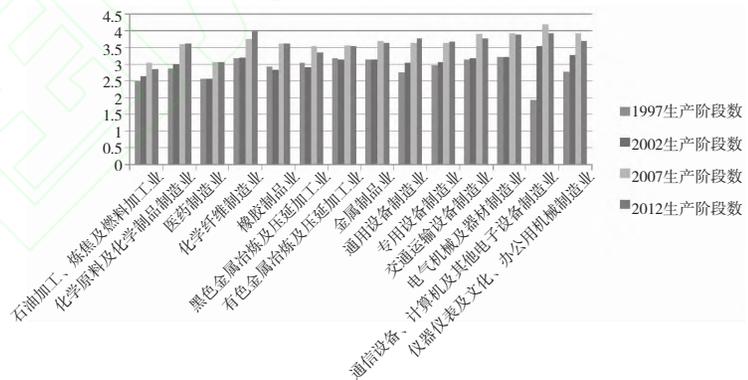


图 1 高技术行业的生产分割程度

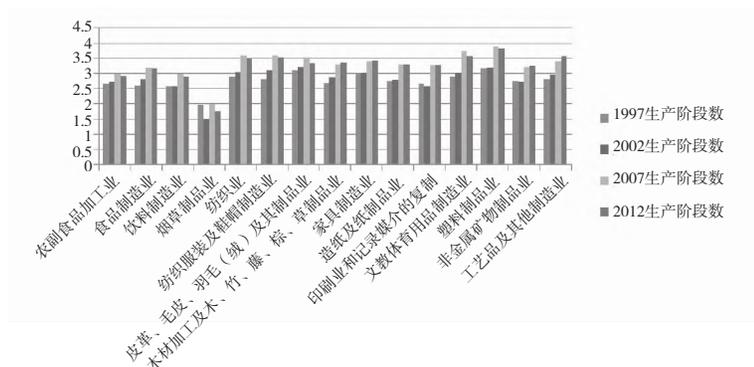


图 2 低技术行业的生产分割程度

断延伸;另一方面,中国通过国际贸易、外包、外商直接投资等方式加入全球价值链分工协作网络,增强了与国外产业之间的配套协调能力,延长了产品价值链环节。

其次,从生产阶段的均值来看,低技术行业的生产分割程度排名前三位的分别是塑料制品业(3.515)、文教体育用品制造业(3.303)、皮革、毛皮、羽毛(绒)及其制造业(3.297);高技术行业的生产分割程度排名前三位的分别是通信设备、计算机及其他电子设备制造业(3.807 1)、电气机械及器材制造业(3.578 6)、化学纤维制造业(3.530 0)。再次,从高低技术行业整体平均生产分割程度来看,低技术行业1997、2002、2007与2012年的平均生产分割程度分别为2.76、2.81、3.29与3.24,高技术行业分别为2.99、3.06、3.66与3.61。

从上面的分析可以看出,高技术行业的生产分割长度高于低技术行业的生产分割长度。这可能是因为中国在发展高技术产业的过程中从国外进口了大量中间投入品,延长了产品价值链的长度,生产分割程度不断加深。生产与交易的中间环节越多,生产阶段数就越大,产业链条越长,生产结构复杂度就越高,而本文的生产分割程度的指标在一定程度上反映了生产过程中中间环节多少,体现了生产结构的复杂度。而通常意义上认为生产结构复杂程度越高,产业结构就越高级。因此,本文关于制造业行业生产分割程度的经验事实描述也反映了我国产业结构逐渐从简单走向复杂化及高端化的过程。

(二) 全要素生产率

1. 测算方法

全要素生产率的计算方法许多学者已经做了很详细的分析^[23-25],本文不再赘述,本文在前人分析的基础上采用OP方法,计算29个制造业行业的资本和劳动的弹性系数,得到各行业中的企业在1998—2011年间的全要素生产率。在此基础上采用企业职工人数加权平均计算出29个制造业行业的全要素生产率^[25-26]。

2. 数据来源与处理

本文的数据处理主要针对全要素生产率的计算,而对于制造业行业全要素生产率的计算,本文采用的数据是国家统计局发布的1998—2011年中国工业企业数据,选取了行业代码为13~42的29个制造业行业数据。在第一阶段的数据分析的过程中,由于中国企业数据库的特性,我们分析了指标异常的问题。首先剔除了工业总产值、全部职工数、总资产缺失的观测值,并在后期的计算过程中进一步剔除了工业总产值小于出口交货值的观测值。其次,我们根据谢千里等^[27]的做法,剔除了全部职工数少于8人的观测值。再次,我们剔除了1998—2007年、2009—2011年累计折旧小于当期折旧的观测值,由于2008年累计折旧和当期折旧数据的缺乏,我们剔除了总资产小于流动资产的观测值。最后,由于2004年数据缺少工业总产值这个重要指标,文中以主营业务收入代替。

第二阶段,构建面板数据,构建面板数据一个重要的步骤即是跨年识别企业,先利用法人代码(原始数据中没有法人代码的企业直接删除)信息识别数据,如果法人代码匹配不上或者法人代码重复(即存在两个以上的同一法人代码),则使用企业名称匹配。

第三阶段,对资本、工业总产值进行调整,原始数据中的固定资产原值是名义投资的累加,没有考虑价格和资本折旧的影响,本文根据企业成立时间不同,将企业分为在样本期之前建立的企业和样本期内建立的企业,首先估算企业每年的名义投资,然后依据每年的投资价格指数将名义投资转化为实际投资,再利用永续盘存法以9%的折旧率计算得到每年的实际资本存量。工业总产值的调整借鉴杨汝岱^[25]的方法,价格指数来自《中国城市(镇)生活与价格年鉴》。

3. 估计结果

利用上文介绍的OP方法,本文估计了制造业29个行业的生产函数,得出了各行业的资本与劳动弹性,并以此计算出了29个行业1997—2011年的全要素生产率。为了与生产阶段数的经验事实描述保持一致,本文分别观察高、低技术层次的细分行业1997、2002、2007与2011年的全要素生产

率的特征事实。

从整体变化趋势来看,图3高技术行业中除通信设备、计算机及其他电子设备制造业外,其他所有行业的全要素生产率均呈上升态势,其中增长较快的是电气机械及器材制造业(84.8%)、黑色金属冶炼及压延加工业(67.3%)、交通运输设备制造业(53.1%)、专用设备制造业(50.6%)、通用设备制造业(50.3%)。而图4中所有低技术行业的全要素生产率都呈现增长趋势,其中增长较快的行业有印刷业和记录媒介的复制(60.7%)、饮料制造业(44.7%)、食品制造业(40.1%)、造纸及纸制品业(39.7%)、农副食品加工业(37.3%)。从数据中可以看出,高技术行业的全要素生产率增长速度明显高于低技术行业,高技术行业在此时期处于迅速发展的阶段。

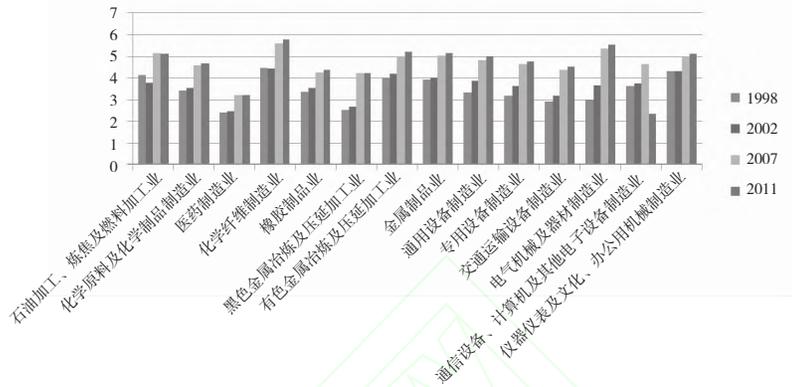


图3 高技术行业的全要素生产率

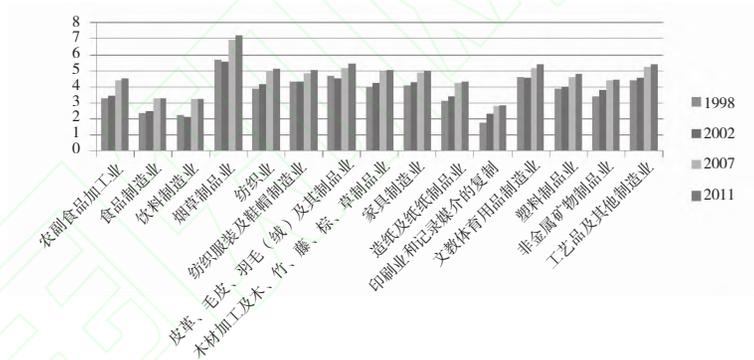


图4 低技术行业的全要素生产率

从各行业均值来看,图3中排在前三的分别是化学纤维制造业(4.7673)、仪器仪表及文化、办公用机械制造业(4.3992)、石油加工、炼焦及核燃料加工业(4.3445);图4中全要素生产率位于前三位的依次是烟草制品业(6.3897)、皮革、毛皮、羽毛(绒)及其制品业(4.9517)、文教体育用品制造业(4.9179)。高技术行业TFP的均值小于低技术行业,首先这与中国工业企业数据中加工贸易企业数量较多有关,加工贸易企业多在低技术水平的行业中,进入全球市场的加工贸易企业生产率在一定时期生产率较高。同时,这也与TFP的计算方式有关,OP方法中的TFP是扣除劳动力和资本投入的值,而1998—2011时期内,我国高技术制造业的资本和劳动力投入较大,资本生产率和劳动生产率取得了长足的进步,因此,在该时间段内低技术行业的生产率均值反而大于高技术行业。

五、计量模型的设计

(一) 模型设定

现有文献中主要考察了生产分割对生产率的单向影响^[14,28],并没有关注两者之间的双向因果关系。而本文认为基于生产分割所产生的专业化也极有可能影响全要素生产率。而联立方程模型充分考虑了系统中各方程之间可能存在的内生性问题及双向因果关系以及误差项之间的相关性,得到一致有效的估计。因此,本文将通过构建联立方程模型检验生产分割与全要素生产率之间的双向因果关系。具体的计量模型如下:

$$TFP_{it} = \alpha + \alpha_1 N_{it} + \alpha_2 Z_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$N_{it} = \beta + \beta_1 TFP_{it} + \beta_2 X_{it} + \mu_{it} \quad (4)$$

其中, i 表示行业, t 表示年份。 TFP_{it} 表示行业的全要素生产率水平; N_{it} 表示衡量行业层面的生产

分割的程度。 Z_{it} 与 X_{it} 分别都代表控制变量,具体而言,第一个方程里包括对外开放程度($Open_{it}$)、劳动生产率($Labor_{it}$)、资本密集程度($Capital_{it}$)以及研发强度($R\&D_{it}$)。第二个方程包括研发强度($R\&D_{it}$)、资本密集程度($Capital_{it}$)、高技能劳动力强度($Skill_{it}$)以及市场竞争程度(HHI_{it})。 ε_{it} 、 μ_{it} 是随机扰动项。上述所有指标在计量回归中均取对数。

(二) 变量选取与数据说明

制造业行业的生产分割程度与全要素生产率水平数据根据上文计算得出。其他变量的指标与来源如下:制造业行业的研发强度($R\&D_{it}$)用行业研发经费内部支出占行业总产值的比例来表示;对外开放程度($Open_{it}$)用行业出口交货值占行业总产值的比重来衡量;劳动生产率($Labor_{it}$)用行业总产值与行业平均就业人数之比来表示;资本密集程度($Capital_{it}$)用行业资本存量与行业平均就业人数之比衡量;高技能劳动力强度($skill_{it}$)用行业科技活动人员占行业平均就业人数的比重来衡量;市场竞争程度(HHI_{it})采用赫芬达尔指数,该指标与市场竞争程度呈反比,该指标越大表示市场竞争越激烈。上述数据均来自相关年份的《中国科技统计年鉴》、《中国工业经济统计年鉴》。表2列出了所有变量的统计描述。

表2 变量的统计描述

变量	平均数	标准差	最小值	最大值	样本数
TFP	4.256 4	0.983 1	1.760 6	8.296 5	406
N	3.151 9	0.452 1	1.489 6	4.194 4	406
R&D	0.079 1	0.056 8	0.006 5	0.255 8	406
Skill	0.024 1	0.018 3	0.001 6	0.085 2	406
HHI	0.007 8	0.026 9	0.000 1	0.503 1	406
Open	0.373 2	0.228 6	0.017 1	0.884 1	406
Labor	453.833 2	321.502 2	32.324 6	2 576.952	406
Capital	162.667	147.515 2	31.721 39	1 759.152	406

(三) 单位根检验

根据上文构建的联立方程模型,为了避免出现伪回归,首先应对面板数据进行单位根检验。一般而言,单位根检验依据各面板单位自回归系数的性质可分为同质性面板检验(回归系数相同)和异质性面板检验(回归系数不同)。本文选取 LLC 检验和 Fisher-ADF 检验对构建的面板数据进行检验,结果如表3所示。从表3中可以看出,各指标在两种检验方法下的一阶差分皆强烈拒绝面板包含单位根的原假设,面板为平稳过程,故可进行回归分析。

表3 各变量的面板单位根检验

变量	水平值方程		一阶差分方程	
	Levin-Lin-Chu	Fisher-ADF	Levin-Lin-Chu	Fisher-ADF
TFP	-5.050 *** (0.000)	-11.212 *** (0.000)	-11.215 *** (0.000)	-3.223 *** (0.000)
N	1.331 (0.908)	-3.948 *** (0.000)	-10.719 *** (0.000)	-11.728 *** (0.000)
R&D	-4.604 *** (0.000)	-17.891 *** (0.000)	-17.891 *** (0.000)	-5.003 *** (0.000)
Skill	-8.415 *** (0.000)	-18.149 *** (0.000)	-2.275 ** (0.012)	-16.524 *** (0.000)
HHI	-6.670 *** (0.000)	-17.620 *** (0.000)	-4.322 *** (0.000)	-40.701 *** (0.000)
Open	-0.498 (0.309)	-17.446 *** (0.000)	-17.445 *** (0.000)	-4.042 *** (0.000)
Labor	-4.087 *** (0.000)	-13.601 *** (0.000)	-13.601 *** (0.000)	-3.367 *** (0.000)
Capital	-4.087 *** (0.000)	-17.019 *** (0.000)	-17.019 *** (0.000)	-5.270 *** (0.000)

注:***、**、*分别表示在1%、5%、10%的显著水平下拒绝存在单位根的原假设。

六、计量结果及分析

(一) 联立方程的计量结果

由于全要素生产率与生产分割长度之间存在相互影响的可能性,因此本文构建了联立方程模型进行验证。在进行计量回归之前,本文首先要对联立方程的使用条件与估计方法进行判定与说明。在使用条件方面,联立方程的使用前提是其参数的“可识别”,而参数“可识别”的充要条件是结构方程中外生变量的个数大于等于内生变量个数。由方程(3)和(4)式可知,两个方程所排斥的外生变量的个数均大于内生变量,满足联立方程参数估计的基本假设。在估计方法选择方面,联立方程估计方法包括单一方程估计法与系统方程估计法两种。第一种方法不考虑方程之间的可能联系,仅根据方程的各自特征独自进行参数估计(如两阶段最小二乘法 2SLS、GMM 法等),而第二种方法将各

个方程视为一个整体进行估计,更能反映变量间的联动关系,得到一致且更加有效的估计系数(如三阶段最小二乘法 3SLS)。基于此,本文首先采用二阶段最小二乘法(2SLS)对方程进行初步估计,而后采用三阶段最小二乘法(3SLS)进一步分析和验证两者之间的关系。在具体操作过程中,本文将生产阶段数 N 与全要素生产率 TFP 设定为方程内生变量,并利用联立方程第一阶段回归结果 F 值的大小作为是否解决内生性的主要判断依据(2SLS 与 3SLS 在第一阶段的 F 值是相同的)。一般认为, F 值大于 10 就表明本文较好地控制了内生性问题,得到了一致性估计。

1. 制造业整体层面的计量结果

从表 4 中 3SLS 的结果可以看出,中国制造业 TFP 的增加对制造业生产分割长度有显著的正向影响,TFP 增加 1%,制造业生产阶段数增加 0.523%,意味着我国制造业生产涉及全球价值链中的链条增加了,生产复杂度也相应地提升。而中国制造业生产分割的长度增加并没有增加其 TFP,反而大幅度降低了制造业的全要素生产率,两者之间的关系并不是相互促进的,这可能与我国位于价值链低端的加工贸易企业数量较多有一定的关系。除此之外,研发强度的增加对制造业 TFP 与生产分割长度皆有正向影响,且对生产分割长度的影响大于 TFP,由此可见,增加研发强度是融入全球生产的重要方式。但人均资本的增加则对制造业 TFP 与生产分割长度皆产生了负向影响,我国制造业资本的投入并未带来预期的 TFP 增加的效应。

2. 不同技术层面上制造业的计量结果

表 5 和表 6 分别列出了高技术和低技术行业的计量结果,从表中可以明显地看出,高技术行业的 TFP 与生产分割的长度是相互促进的关系,这与制造业整体样本数据得出的结论不同,而低技术行业的结论则与上文的结论相同。但高技术行业生产阶段数的增加对全要素生产率的正向影响并不明显,进一步说明我国高技术行业所涉及的生产过程并不是以

表 4 制造业全体样本联立方程的计量结果

变量	2SLS		3SLS	
	TFP	N	TFP	N
TFP		0.523 *** (8.15)		0.521 *** (8.22)
N	-0.942 *** (-3.04)		-1.002 *** (-3.26)	
R&D	0.003 (0.887)	0.170 *** (7.13)	0.006 (0.25)	0.168 *** (7.27)
Skill		-0.074 *** (-3.47)		-0.072 *** (-3.51)
HHI		-0.048 *** (-6.49)		-0.049 *** (-6.66)
Open	0.090 *** (0.002)		0.115 *** (4.17)	
Labor	0.248 *** (7.94)		0.249 *** (8.05)	
Capital	-0.164 *** (-5.44)	-0.022 ** (-2.34)	-0.154 *** (-5.17)	-0.022 ** (-2.39)
常数项	2.621 *** (5.97)	0.301 *** (3.04)	2.730 *** (6.27)	0.304 *** (3.10)
R ²	0.093 5	0.089 1	0.062 6	0.092 4
F 值			32.40	72.01

注:(1)用于计量的各指标的值皆为取对数后的值;(2)2SLS 计量结果的括号中为 t 值,3SLS 计量结果的括号中为 z 值;(3)***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 的水平下显著。

表 5 高技术行业联立方程的计量结果

变量	2SLS		3SLS	
	TFP	N	TFP	N
TFP		0.471 *** (7.89)		0.487 *** (8.37)
N	0.171 (0.55)		0.170 (0.56)	
R&D	-0.042 (-1.57)	0.132 *** (6.56)	-0.043 (-1.60)	0.135 *** (6.83)
Skill		-0.092 *** (-3.82)		-0.096 *** (-4.03)
HHI		-0.011 (-1.44)		-0.007 (-0.96)
Open	0.056 *** (2.78)		0.056 *** (2.91)	
Labor	0.132 *** (5.11)		0.132 *** (5.19)	
Capital	-0.049 ** (-2.48)	0.013 (1.39)	-0.049 *** (-5.17)	-0.012 (1.27)
常数项	1.161 *** (2.76)	0.449 *** (5.26)	1.162 *** (2.80)	0.442 *** (5.26)
R ²	0.514 6	0.480 8	0.514 5	0.475 8
F 值			27.40	13.81

注:(1)用于计量的各指标的值皆为取对数后的值;(2)2SLS 计量结果的括号中为 t 值,3SLS 计量结果的括号中为 z 值;(3)***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 的水平下显著。

研发为主,在全球价值链中的位置仍没走上高端。而与之相对应的是高技术制造行业的研发投入并未使得其全要素生产率产生增势,这与现有的一些研究相一致^[29],我国不少高技术企业面临高投入低产出的尴尬境地。人均资本对高技术 and 低技术制造业 TFP 与生产分割长度皆有负向影响,由此可见,资本的投入并没有使得高低技术行业成功转型。

(二) 计量结果分析

第一,从以上的结果可知,我国制造业全要素生产率与生产分割长度之间的关系是:TFP 对生产分割长度有正向影响,但生产分割长度的增加或行业生产复杂度的增加并不能促进其 TFP 的增长,虽然高技术行业在这点上与总体结论不同,但从计量分析看,结果并不显著。从我国制造业的发展阶段来看,自 2000 年我国加入 WTO,制造业发展迅速,积极融入全球生产。但多数制造业企业只能作为国外企业的代工商,从事价值链中生产、组装环节,全要素生产率低,位于价值链位置的底端。随着国内外竞争环境的变化,我国部分加工贸易企业开始通过购买国外先进技术产品或增加研发投入等进行企业转型,行业的生产率逐渐增加,逐渐涉及价值链中研发、设计、售后等环节,促使了整个行业生产分割长度的增加,行业分工更加精细化。而在 1998—2011 年间我国制造业中众多企业技术水平较低,生产基础设施粗糙,生产阶段数的增加更多地体现在生产、组装、销售等环节,只有部分高技术企业涉及研发、设计阶段,因而出现整体制造业生产分割长度增加并没有使得 TFP 出现相应的提高。

第二,本文在联合方程的设计中,研发强度与人均资本皆为制造业生产分割长度及全要素生产率的控制变量。总结现有文献可以看出,多数研究认为研发投入的增加对企业全要素生产率有溢出效应,而本文的计量结果显示研发强度的增加对制造业高技术行业的 TFP 有负向影响,我国高技术制造业的研发投入并没有产生预期的效果。现有研究认为之所以出现这种现象是因为我国高技术企业的研发有严重的滞后性,且过于注重产品质量的提高,而非企业的生产率^[30]。除此之外,由于我国市场机制还不够完善,导致研发投入在各行业间的配置出现扭曲,严重削弱了研发投入的预期效应。人均资本是衡量资本密集度的重要指标,人均资本较高的企业倾向于垂直一体化生产,外包的可能性较小,生产阶段数降低,且企业的力量被分散,研发强度降低,进而导致生产率溢出减少,全要素生产率降低。

综上所述,我国制造业的全要素生产率对生产分割长度有正向影响,而制造业分割长度的提升不一定带来全要素生产率的增加。这与我国制造业企业技术水平及承接发达国家外包的性质有关,进入全球价值链生产带来的技术效率的增加仍存在很大的进步空间。

(三) 稳健性检验

为验证以上结果的稳健性,本文通过以下两种方式对联立方程模型重新进行估计:(1)采用企业产值加权平均计算出 29 个制造业行业的全要素生产率,重新对计量模型进行回归分析;(2)将上文

表 6 低技术行业联立方程的计量结果

变量	2SLS		3SLS	
	TFP	N	TFP	N
TFP		0.355 *** (5.00)		0.346 *** (4.96)
N	-0.829 *** (-3.61)		-0.944 *** (-4.23)	
R&D	-0.011 (-0.30)	0.183 *** (6.13)	0.005 (0.15)	0.161 *** (5.68)
Skill		-0.191 *** (-6.53)		-0.161 *** (-6.03)
HHI		-0.010 *** (-11.00)		-0.103 *** (-11.70)
Open	0.063 ** (2.15)		0.100 *** (3.75)	
Labor	0.306 *** (8.04)		0.310 *** (8.28)	
Capital	-0.218 *** (-6.16)	0.023 * (1.73)	-0.210 *** (-6.05)	0.017 (1.27)
常数项	2.413 *** (6.72)	-0.313 ** (-2.08)	2.642 *** (7.61)	-0.258 * (-1.75)
R ²	0.289 5	0.464 5	0.268 1	0.472 5
F 值			17.47	100.45

注:(1)用于计量的各指标的值皆为取对数后的值;(2)2SLS 计量结果的括号中为 t 值,3SLS 计量结果的括号中为 z 值;(3)***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 的水平下显著。

中的生产阶段与全要素生产率增加一期滞后。考虑到滞后变量与当期扰动项不相关的假设,利用一期滞后进行重新估计,能够在一定程度上解决文中可能存在的内生性问题。利用三阶段最小二乘法(3SLS)进行稳健性检验的计量回归结果分别列于表7与表8。由表7与表8可知,整体层面上,中国制造业TFP的增加对制造业生产分割长度有显著的正向影响,而生产分割的长度增加并没有增加其TFP,两者之间的关系并不是相互促进的关系;高技术制造行业的TFP与生产分割的长度是相互促进的关系,但在表7中高技术行业生产阶段数的增加对全要素生产率的正向影响并不明显,而表8中呈现出显著的正向影响;低技术制造行业的TFP对生产分割长度有正向影响,但生产分割长度对其TFP的影响为负。总体看,以上两种稳健性检验方式与本文基本回归结果基本保持一致,说明本文计量回归结果是稳健的。

七、结论及启示

本文从行业参与经济生产的复杂度入手,通过计算1998—2011年29个制造业行业生产阶段数,研究我国制造业行业生产分割长度与其全要素生产率之间的关系,并进一步将制造业区分为高低技术行业,分析两者关系在高、低技术行业中与总体样本的差别。研究结果表明:制造业TFP的提高使得行业生产分割长度有明显的增加,但生产分割长度的增加或行业生产复杂度的增加并不能促进其TFP的增长,虽然高技术行业在这点上与总体结论不同,但从计量分析看,结果并不显著。从结论中本文得到以下启示:

1. 自中国加入WTO,加之政府积极引进外资政策的引导,以及发达国家制造业寻求降低成本的

表7 稳健性检验(1)的计量结果

变量	全样本		高技术		低技术	
	TFP	N	TFP	N	TFP	N
TFP		0.666*** (8.05)		0.515*** (7.57)		0.257*** (2.83)
N	-0.779*** (-2.60)		0.206 (0.78)		-0.477* (-1.83)	
R&D	-0.006 (-0.29)	0.163*** (6.82)	-0.034 (-1.48)	0.120*** (5.99)	0.015 (0.39)	0.114*** (5.69)
Skill		-0.060*** (-2.88)		-0.092*** (-3.72)		-0.133*** (-6.57)
HHI		-0.048*** (-5.83)		-0.006 (-0.78)		-0.096*** (-12.65)
Open	0.128* (4.89)		0.093*** (5.52)		0.044 (1.37)	
Labor	0.192*** (6.37)		0.103*** (4.66)		0.211*** (4.95)	
Capital	-0.069*** (-2.40)	-0.045*** (-4.04)	0.005 (0.33)	0.001 (0.12)	-0.076* (-1.88)	
常数项	2.645*** (6.24)	0.009 (0.06)	1.374*** (3.81)	0.291*** (2.74)	2.281*** (5.64)	-0.167 (-1.00)
R ²	0.115 2	0.273 6	0.546 2	0.438 1	0.032 7	0.610 4
F值	22.93	72.01	29.11	13.81	15.82	100.45

注:(1)用于计量的各指标的值皆为取对数后的值;(2)3SLS计量结果的括号中为z值;(3)***、**、*分别表示在1%、5%、10%的水平下显著。

表8 稳健性检验(2)的计量结果

变量	全样本		高技术		低技术	
	TFP	N	TFP	N	TFP	N
L1. TFP		0.245*** (9.14)		0.554*** (17.56)		0.047* (1.72)
L1. N	-0.256*** (2.97)		0.859*** (11.22)		-0.392*** (-2.76)	
R&D	-0.067*** (-4.91)	0.105*** (5.71)	-0.067*** (-3.64)	0.123*** (7.29)	-0.067** (-2.07)	0.113*** (5.27)
Skill		-0.020 (-1.17)		-0.062*** (-3.08)		-0.141*** (-6.39)
HHI		-0.048*** (-7.94)		-0.002 (-0.27)		-0.095*** (-13.34)
Open	0.013 (0.84)		0.027* (1.89)		0.014 (0.56)	
Labor	0.153*** (9.67)		0.095*** (7.53)		0.238*** (7.11)	
Capital	-0.075*** (-4.33)	-0.039*** (-4.92)	-0.044*** (-2.75)	-0.009 (-0.27)	-0.164*** (-5.63)	0.004 (0.38)
常数项	0.961*** (7.67)	0.742*** (13.43)	0.277** (2.57)	0.479*** (8.05)	1.677*** (7.22)	0.163* (1.83)
R ²	0.283 0	0.392 2	0.541 0	0.561 1	0.295 3	0.691 2
F值	242.76	713.81	106.85	501.95	138.68	1581.79

注:(1)用于计量的各指标的值皆为取对数后的值;(2)3SLS计量结果的括号中为z值;(3)***、**、*分别表示在1%、5%、10%的水平下显著。

外包措施,使得中国制造业加速融入全球价值链,出口导向型的制造业在长三角、珠三角地区蓬勃发展,并逐渐成为发达国家生产外包基地。这些措施使得中国制造业生产阶段数有了很大提升,但涉及的生产阶段多数以生产、加工为主,位于全球价值链的中低端。中国制造业应逐渐摒弃以简单加工组装的粗放方式进入全球市场,谋求制造业转型,增加研发和人才投入,利用人才的技术进步效应增加制造业的全要素生产率,最终实现以研发、设计为主,增加生产分割长度的目的。

2. 近年来,中国制造业企业的全要素生产率取得了长足的进步,但分析我国2013—2016年制造业采购经理指数(PMI)可以发现,我国制造业已陷入增长的收缩区间,经济发展动力不足。而由于技术水平的制约,增加制造业生产分割长度并不能带动制造业全要素生产率的提升,因此我国制造业的转型除了增加研发投入外,仍需寻求其他发展战略。而在消费者需求多元化的今天,消费者对产品质量、创新性、服务性等提出了更高要求,根据“需求引致创新理论”,这种需求成为制造业企业增加研发,提高全要素生产率的重要动机,消费者需求驱动成为我国制造业发展的一个重要方向。

参考文献:

- [1]刘戒骄. 生产分割与制造业国际分工——以苹果、波音和英特尔为案例的分析[J]. 中国工业经济,2011(4): 148-157.
- [2]HUMMELS D, ISHII J, YI K M. The nature and growth of vertical specialization in world trade [J]. *Journal of international economics*, 2001, 54(1): 75-96.
- [3]JONES R W, KIERZKOWSKI H. A framework for fragmentation [M]// ARNDT S W, KIERZKOWSKI H. *Fragmentation: new production patterns in the world economy*. Oxford: Oxford University Press, 2001.
- [4]FUJITA M, THISSE J F. Globalization and the evolution of the supply chain: who gains and who loses? [J]. *International economic review*, 2006, 47(3): 811-836.
- [5]HAYAKAWA K. Measuring barriers to international division of labor in East Asia [J]. *Asian economic journal*, 2007, 21(2): 139-153.
- [6]高越,李荣林. 分割生产与产业内贸易:一个基于DS垄断竞争的模型[J]. 世界经济,2008(5):13-23.
- [7]YEATS A J. Just how big is global production sharing [R]. World Bank policy research working paper, 1998, No. 1871.
- [8]ATHUKORALA P C, YAMASHITA N. Production fragmentation and trade integration: East Asia in a global context [J]. *North American journal of economics and finance*, 2006, 17(3): 233-256.
- [9]HANSON G H, MATALONI R J, SLAUGHTER M J. Vertical production networks in multinational firms [J]. *Review of economics and statistics*, 2005, 87(4): 664-678.
- [10]DEAN J M, FUNG K C, WANG Z. Measuring the vertical specialization in Chinese trade [R]. USITC office of economics working paper, 2007, No. 2007-01-A.
- [11]KOOPMAN R, WANG Z, WEI S J. How much of Chinese exports is really made in China? Assessing domestic value added when processing trade is pervasive [J]. NBER working paper, 2008, No. 14109.
- [12]JOHNSON R C, NOGUERA G. Accounting for intermediates: production sharing and trade in value added [J]. *Journal of international economics*, 2012, 86(2): 224-236.
- [13]邓军. 制造业的生产分割与工资收入差距:16个行业证据[J]. 改革,2011(1):107-112.
- [14]刘庆林,高越,韩军伟. 国际生产分割的生产率效应[J]. 经济研究,2010(2):32-43.
- [15]唐海燕,张会清. 产品内国际分工与发展中国家的价值链提升[J]. 经济研究,2009(9):81-93.
- [16]邱斌,叶龙凤,孙少勤. 参与全球生产网络对我国制造业价值链提升影响的实证研究——基于出口复杂度的分析[J]. 中国工业经济,2012(1):57-67.
- [17]姚博,魏玮. 参与生产分割对中国工业价值链及收入的影响研究[J]. 中国工业经济,2012(10):65-76.
- [18]FALLY T. Production staging: measurement and facts [R]. University of Colorado-Boulder working paper, 2012.
- [19]倪红福,龚六堂,夏杰长. 生产分割的演进路径及其影响因素——基于生产阶段数的考察[J]. 管理世界,2016(4):

10-23.

- [20] 陈文府. 中国制造业参与全球价值链的竞争力——基于世界投入产出表的国际比较研究[J]. 产业经济研究, 2015(5):1-12.
- [21] SMITH A. An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations [M]. London: W. Strahan and T. Cadell, 1776.
- [22] 高敬峰. 中国出口价值链演化及其内在机理剖析[J]. 财贸经济, 2013(4):98-110.
- [23] 郭庆旺, 贾俊雪. 中国全要素生产率的估算:1979—2004[J]. 经济研究, 2005(6):51-60.
- [24] 鲁晓东, 连玉君. 中国工业企业全要素生产率估计:1999—2007[J]. 经济学(季刊), 2012(2):541-558.
- [25] 杨汝岱. 中国制造业企业全要素生产率研究[J]. 经济研究, 2015(2):61-74.
- [26] BRANDT L, VAN BIESEBROECK J, WANG L H, et al. WTO accession and performance of Chinese manufacturing firms [R]. CEPR discussion paper, No. 9166.
- [27] 谢千里, 罗斯基, 张轶凡. 中国工业生产率的增长与收敛[J]. 经济学季刊, 2008(3):40-57.
- [28] 王玉燕, 汉川, 吕臣. 全球价值链嵌入的技术进步效应——来自中国工业面板数据的经验研究[J]. 中国工业经济, 2014(9):65-77.
- [29] 李小平, 朱钟棣. 中国工业行业的全要素生产率测算——基于分行业面板数据的研究[J]. 管理世界, 2005(4):56-64.
- [30] 汤二子, 孙振. 引入产品质量的异质性企业贸易模型及中国经验证据[J]. 经济评论, 2012(4):68-77.

(责任编辑:禾 日)

Production segmentation and total factor productivity of Chinese manufacturing industry: based on the analysis of number of production stages

WANG Gaofeng, ZHENG Yu

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

Abstract: This paper takes the number of production stages as an index to measure the length of manufacturing production segmentation. Based on this, the paper employ the simultaneous equation model to analyze the relationship between production segmentation length and total factor productivity (TFP), using the data of Chinese industrial enterprises from 1998 to 2011. The results show that: (1) On the whole level, the increase of TFP in Chinese manufacturing industry has a significant positive effect on the length of manufacturing production segmentation. TFP increases by 1% and the number of manufacturing stages increases by 0.523%. The increase of production segmentation length does not increase TFP, so the relationship isn't mutually promoting; (2) The relationship of TFP and the length of production segmentation in high-tech manufacturing industry is mutually promoting, but the impact of the number of production stages on TFP is not significant positive in high-tech manufacturing industry; (3) The TFP of the low-tech manufacturing industry has a positive effect on the production segmentation length, but the effect of the production segmentation length on the TFP is negative. The low-tech manufacturing industry mainly involves processing, manufacturing and other low-productivity stages.

Key words: production segmentation; total factor productivity; number of production stages; manufacturing industry; global value chain