

中国国内增加值贸易 隐含劳动力分析

——基于能源视角的列昂惕夫悖论再检验

闫冰倩 王振霞

摘要 在增加值贸易的框架下，作者运用多区域投入产出模型分析中国区域间贸易隐含就业的情况，通过衡量八个区域生产隐含的能源-劳动力强度，考察实证结果与理论预测的一致性。研究发现，东部沿海和中部地区是中国区域间贸易的主要参与者；工资水平较高的东部沿海是最大的隐含劳动力净输出地，而工资水平较低的西北地区、北部沿海和西南地区是隐含劳动力的净输入地。这说明，中国区域间贸易具有列昂惕夫悖论的基本特征。作者基于能源-劳动力强度视角，进一步分析增加值贸易与劳动就业在机器大生产环境下的关系，发现人均 GRP 较低的西北地区的能源-劳动力强度最高，而人均 GRP 较高的京津地区和南部沿海的能源-劳动力强度最低，且经济发达区域仍然是劳动力的净输出地。通过对各区域比较优势行业的进一步分析发现，西北地区和北部沿海高度依赖基础性初级产品行业的单一产业结构是实证结果与传统理论不一致的主要原因，完善基础设施和产业结构是这些地区转变粗放型增长方式和实现结构升级的重要一环。

关键词 贸易隐含要素 劳动力 能源 多区域投入产出模型 列昂惕夫悖论

【中图分类号】F72 【文献标识码】A 【文章编号】2095-851X(2020)04-0060-17

【基金项目】国家自然科学基金青年项目“全球价值链视角下我国区域真实能源利用率与减排路径研究”（批准号：71903195）；中国社会科学院财经战略研究院青年科研基金项目“我国区域真实能源生产率”（批准号：2019CJY05003）；人社部留学人员科技活动择优资助项目（2015年）。

【作者简介】闫冰倩（1991-），中国社会科学院财经战略研究院助理研究员，邮政编码：100028；王振霞（1980-），中国社会科学院财经战略研究院副研究员。

致谢：感谢审稿专家匿名评审，当然文责自负。

一、引言

全球贸易的迅速发展也带来了一系列环境、经济和社会的变化 (Baldwin, 2006; Tukker et al., 2014)。目前研究中对贸易的环境效应有大量的刻画,特别是针对发达国家的情况 (Grossman and Krueger, 1991; Copeland and Taylor, 2004; Hertwich and Peters, 2009; Dietzenbacher et al., 2012),但是贸易对就业等社会影响的研究则相对较少。贸易带来的社会影响同样是一个重要的议题。一般认为,促进本地商品的出口可能会极大地拉动当地就业,提高居民收入。比较优势理论等早期国际贸易理论认为,在国际贸易中,一国应进口别国生产成本比本国生产成本低的商品,而出口本国生产成本低的商品。Heckscher (1919) 和 Ohlin (1933) 认为劳动密集型国家具有较低的劳动成本,在国际贸易中将出口劳动密集型产品和服务,即所谓的要素禀赋说 (H-O 理论)。随着通信技术的发展,制造业生产链进一步拆分,社会分工细化且产品生产分割化,最终产品的生产不再由单个国家完成,而是由多个国家协作完成 (Gereffi et al., 2001; Baldwin, 2006; Timmer et al., 2012)。最终到消费者手中的产品隐含着其他国家和地区的劳动和资本的投入,全球价值链的概念由此诞生。这方面的文献集中于考察最终消费品中价值增加的国别归属问题,而投入产出模型也成为这方面研究的主要分析工具 (Miller and Blair, 2009)。例如 Stehrer 等 (2012) 和 Timmer 等 (2012) 发现,中国的总出口中隐含着较高份额的国外增加值,并且进口的中间品中大约一半被用作出口品的中间投入。Yang 等 (2015) 提出增加值贸易 (Trade in Value-added) 的概念,以克服传统贸易统计中重复计算的问题,同时可以清晰地刻画一国进出口产品中增加值的来源地。贸易增加值 (Value Added) 的衡量比贸易总量 (Gross Exports) 更能反映各国的贸易平衡状况 (Koopman et al., 2010; Johnson and Noguera, 2012)。

近年来,贸易与要素市场关系成为学术界关注的重要问题,涉及贸易全球化背景下隐含生产要素的衡量与分析,具体包含劳动力、能源和温室排放等。从早期文献看,Leontief (1953) 对美国进出口隐含劳动力的研究得到了与比较优势理论相反的结论:美国出口的商品比进口的商品更加劳动密集,而进口的商品比出口的商品更加资本密集。该发现被称为列昂惕夫悖论,引发了很多学者就这一问题进行深入研究 (Leamer, 1980; Maskus, 1985; Dietzenbacher and Mukhopadhyay, 2007; Reimer, 2011; 张友国, 2015),并得出不同的结论。在隐含碳排放方面,Dietzenbacher 和 Mukhopadhyay (2007) 采用投入产出分析验证印度是否是“污染天堂”,结果表明印度单位出口商品的隐含碳排放小于单位进口商品的碳排放,并没有成为“污染天堂”。Peters 和 Hertwich (2008) 运用多区域投入产出模型分析了 87 个国家贸易中的隐含碳排放,发现在 2001 年共有 5.3Gt 的碳排放隐含在国际贸易中,并且《京都议定书》参与国都是碳排放的净进口国。也有文献考察中国区域间贸易隐含碳流动。

例如, Feng等(2013)发现, 类似的隐含碳转移模式也存在于一个国家的不同区域之间: 富裕地区将本地区的碳排放量外包给较贫穷的地区, 2007年中国发达地区消费的商品隐含碳排放量的80%产生于欠发达地区。Meng等(2012)进一步指出, 欠发达内陆地区的碳排放量增加不仅是由其直接出口增加拉动的, 其加入沿海发达地区的生产链所增加的碳排放也是主要原因之一。张友国(2015)在碳排放视角下分析了中国省际贸易模式, 认为把污染避难所假说和要素禀赋理论结合起来能够更好地解释中国的区域间贸易。

在隐含劳动力方面, 对列昂惕夫悖论的一种解释认为不区分出口地而将美国出口统一看待容易得到错误的结论, 当使用各个出口地的生产技术来具体分析时, 这一悖论将不再存在(Reimer, 2011)。之后, 学者们从不同角度对贸易与就业、人口流动等的关系进行分析(张川川, 2015; Facchini et al., 2017; 戴觅等, 2019)。Fischer-Kowalski等(2012)指出, 将能源要素纳入研究框架更加符合当前生产环境的变化规律, 即经济发达或者产业结构更好的国家或地区在生产和出口贸易品时, 大规模采用能源(机器)替代劳动力将逐渐成为趋势, 在这个背景下, 列昂惕夫悖论将不再成立, 经济发达的国家或地区依然是劳动力净输入地。他们采用能源-劳动力强度(即单位劳动力的能源强度)衡量实际生产过程中能源投入与劳动力投入的相对变化情况, 为检验区域间比较优势理论提供了新视角。

综上所述, 现有文献对中国区域间贸易隐含劳动力的研究较少, 同时中国幅员辽阔, 区域特征差异显著, 随着生产链的分割化, 考察国内区际贸易隐含劳动力的影响, 对正确认识各地区的经济结构和发展特征, 提出有针对性的政策建议具有重要意义。在此背景下, 本文提出三个具体的核心研究议题: (1) 区域间贸易对中国各区域就业的真实拉动情况如何? (2) 对区域间贸易隐含就业进行分析, 考察工资较低的区域是否是劳动力的净出口地? (3) 加入能源-劳动力强度这一因素, 分析区域间贸易和劳动力就业创造的关系在机器大生产的环境下会发生何种变化? 是否与已有经济发展理论相符?

本文剩下的章节安排如下: 第二部分描述本文所采用的数据和方法, 第三部分对实证结果进行分析, 第四部分对结果背后的原因进行深入探讨, 第五部分总结并提出相应的政策建议。

二、数据与方法

(一) 数据来源与处理

本文使用国家信息中心编制的最新一年(2012年)的中国八区域投入产出表, 八个区域为: 东北地区(包含黑龙江省、吉林省和辽宁省)、京津地区(包含北京市和天津市)、北部沿海(包含河北省和山东省)、东部沿海(包含上海市、江苏省和浙江省)、南部沿海(包含广东省、福建省和海南省)、中部地区(包含山西省、河

南省、湖北省、湖南省、安徽省和江西省)、西北地区(包含内蒙古自治区、陕西省、宁夏回族自治区、甘肃省和新疆维吾尔自治区)和西南地区(包含四川省、重庆市、云南省、贵州省、广西壮族自治区、青海省和西藏自治区)。

本文所用的能源数据来自《中国能源统计年鉴》和各省份统计年鉴。《中国能源统计年鉴》包含国家层面和省份层面 30 多种能源类型的分行业能源消耗数据,但省份层面的数据仅区分了六大行业(即 1 个农业部门、1 个制造业部门、1 个建筑业部门、2 个服务业部门和 1 个其他行业部门)。各省份的统计年鉴提供了 39 个制造业细分行业对不同能源的消费情况,本文用该细分行业的能源消费比例将《中国能源统计年鉴》中制造业总体的能源消费拆分到各个细分行业,以与多区域投入产出表的行业划分相一致。具体来讲,若 $\bar{\varepsilon}_{rm}^h$ 表示《中国能源统计年鉴》中记录的 r 省份总制造业对第 h 类能源的消费, $\tilde{\varepsilon}_{rj}^h$ 表示 r 省份的统计年鉴中记录的第 j 个制造业细分行业对 h 类能源的消费情况,那么各省份制造业细分行业的能源消费可以表示为 $\varepsilon_{ij}^h = \frac{\tilde{\varepsilon}_{rj}^h}{\sum_j \tilde{\varepsilon}_{rj}^h} \bar{\varepsilon}_{rm}^h$ 。进一步我们根据 Peters 等(2006)和 Guan 等(2012)的方法调整能源消耗,并用其提供的热值将不同能源统一为热量单位(PJ)进行加总得到总的能源消费。最后本文将得到的 30 个省份 39 个细分行业的能源消费加总到与投入产出表相一致的 8 个区域和 17 个行业的分类。劳动力数据来自《中国劳动统计年鉴》。

(二) 区域间投入产出模型

本文用到的主要研究方法是投入产出分析,该方法所基于的投入产出表详细描述了各行业之间的相互依存关系,具有计算出口品拉动本地多少增加值或者隐含多少生产要素的优势(Miller and Blair, 2009)。随着全球化和生产分割化,“谁为谁生产(排放)”这个问题越来越受到学术界和业界的重视,因而投入产出分析被广泛应用于这方面的研究。在关于中国贸易的研究中,程大中(2014)运用世界投入产出数据库,考察了中国贸易增加值隐含的净要素含量流向的扭曲程度,发现中国与俄罗斯、印度和巴西等的劳动力要素流向扭曲程度较大。与不同的是,本文主要考察我国区域内贸易增加值的隐含要素问题,在整个国内产业链的视角下(非双边贸易的框架),研究各区域最终需求对其他区域的要素拉动和使用情况,并用各区域生产所隐含的单位劳动力的能源强度(能源-劳动力强度)来分析理论预测在我国的适用性。采用能源-劳动力强度指标的原因在于,一方面用相对指标衡量的相对优势比用单一指标衡量的绝对优势更为精确,另一方面也能避免双边贸易框架下受贸易平衡(贸易顺差或者贸易逆差)影响而得到错误的结论。

表 1 展示了简化的区域间投入产出表,包含 n 个区域,每个区域有 m 个行业。表中每行表示最终产品的使用情况,包含中间产品使用 \mathbf{Z} 和最终使用(包括本国使用 \mathbf{F} 和出口 \mathbf{e}),其元素 z_{ij}^s 和 f_{ih}^s 分别表示 r 地区 i 行业向 s 地区 j 行业的中间投入

和 s 地区第 h 种最终需求对 r 地区 i 行业产品的需求。而表中每列表示产品的中间投入, 包含中间产品投入 Z 和附加值投入 w 。^① 行和等于列和, 均等于总产出 x , 其元素 x_i^r 表示 r 地区 i 行业的总产出。在表 1 投入产出表的附加账户中, 包含能源使用向量 g 和劳动力向量 q , 其元素 g_i^r 和 q_i^r 分别表示 r 地区 i 行业的能源使用和劳动力使用情况。

表 1 区域间投入产出表 (n 个区域, m 个行业)

	中间使用 (每个区域 m 列)			最终使用 (每个区域 h 列)				总产出
	1	...	n	1	...	n	ex	
m 个行业, 区域 1	Z^{11}	$Z^{1\cdot}$	Z^{1n}	F^{11}	$F^{1\cdot}$	F^{1n}	e^1	x^1
⋮	$Z^{\cdot 1}$	$Z^{\cdot \cdot}$	$Z^{\cdot n}$	$F^{\cdot 1}$	$F^{\cdot \cdot}$	$F^{\cdot n}$	e^{\cdot}	x^{\cdot}
m 个行业, 区域 n	Z^{n1}	$Z^{n\cdot}$	Z^{nn}	F^{n1}	$F^{n\cdot}$	F^{nn}	e^n	x^n
m 个行业, 进口	Z^{l1}	$Z^{l\cdot}$	Z^{ln}					
增加值	$(w^1)'$	$(w^{\cdot})'$	$(w^n)'$					
总产出	$(x^1)'$	$(x^{\cdot})'$	$(x^n)'$					
能源使用	$(g^1)'$	$(g^{\cdot})'$	$(g^n)'$					
劳动力	$(q^1)'$	$(q^{\cdot})'$	$(q^n)'$					

资料来源: 作者绘制。

根据表 1, 区域间投入产出模型可以表示为:

$$\begin{bmatrix} Z^{11} & \dots & Z^{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ Z^{n1} & \dots & Z^{nn} \end{bmatrix} u + \begin{bmatrix} F^{11} & \dots & F^{1n} & e^1 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ F^{n1} & \dots & F^{nn} & e^n \end{bmatrix} u = \begin{bmatrix} x^1 \\ \vdots \\ x^n \end{bmatrix} \quad (1)$$

其中, u 为合适维度的元素都为 1 的加总列向量。投入产出系数为 $A =$

$$\begin{bmatrix} A^{11} & \dots & A^{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ A^{n1} & \dots & A^{nn} \end{bmatrix}, \text{ 其中 } A^{rs} \text{ 是从地区 } r \text{ 到地区 } s \text{ 的中间投入系数, 根据公式 } A^{rs} = Z^{rs} (\hat{x}_s)^{-1}$$

获得。求解式 (1), 可以得到:

① 本文中矩阵用粗体大写字母表示; 向量均为列向量, 并用粗体小写字母表示; 标量用斜体小写字母表示。矩阵或向量右上方逗撇表示转置, 向量上方加帽表示转换为对角矩阵, 其主对角线上的元素为向量元素, 所有其他元素为零。

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} x^1 \\ \vdots \\ x^n \end{bmatrix} &= (\mathbf{I} - \begin{bmatrix} \mathbf{A}^{11} & \cdots & \mathbf{A}^{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{A}^{n1} & \cdots & \mathbf{A}^{nn} \end{bmatrix})^{-1} \begin{bmatrix} \mathbf{F}^{11} + \cdots + \mathbf{F}^{1n} + \mathbf{e}^1 \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ \mathbf{F}^{n1} + \cdots + \mathbf{F}^{nn} + \mathbf{e}^n \end{bmatrix} = \\ & \begin{bmatrix} \mathbf{L}^{11} & \cdots & \mathbf{L}^{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{L}^{n1} & \cdots & \mathbf{L}^{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{F}^{11} + \cdots + \mathbf{F}^{1n} + \mathbf{e}^1 \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ \mathbf{F}^{n1} + \cdots + \mathbf{F}^{nn} + \mathbf{e}^n \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (2)$$

其中, \mathbf{I} 为 $mn \times mn$ 的单位矩阵; $\mathbf{L} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} = \begin{bmatrix} \mathbf{L}^{11} & \cdots & \mathbf{L}^{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{L}^{n1} & \cdots & \mathbf{L}^{nn} \end{bmatrix}$ 是列昂惕夫逆

矩阵, 其元素 L_{ij}^{rs} 表示 s 地区 j 行业每单位产出所需要的来自 r 地区 i 行业的中间投入品 (Miller and Blair, 2009)。根据固定投入系数假设, 为满足额外的最终需求 $\Delta \mathbf{y}^*$ 所需要的产出 $\Delta \mathbf{x}^*$ 可以表示为: $\Delta \mathbf{x}^* = (\mathbf{I} - \mathbf{A}^*)^{-1} \Delta \mathbf{y}^* = \mathbf{L} \Delta \mathbf{y}^*$ 。那么为生产 s 地区最终需求向量所需要的劳动力投入可以用劳动力使用系数向量左乘产出得到, 即:

$$\mathbf{B} = \boldsymbol{\rho}'_q \mathbf{L} \mathbf{f}^s = [\boldsymbol{\rho}'_q{}^1 \quad \cdots \quad \boldsymbol{\rho}'_q{}^n] \begin{bmatrix} \mathbf{L}^{11} & \cdots & \mathbf{L}^{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{L}^{n1} & \cdots & \mathbf{L}^{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{f}^{1s} \\ \vdots \\ \mathbf{f}^{ns} \end{bmatrix} = \sum_{r,k}^n \boldsymbol{\rho}'_q{}^{r'} \mathbf{L}^{rk} \mathbf{f}^{ks} \quad (3)$$

其中, $\boldsymbol{\rho}_q$ 为 $mn \times 1$ 的劳动力使用向量, 其元素 $\rho_{qj}^r = q_j^r / x_j^r$, 意味着 r 地区部门 j 每

单位产出所需要的劳动力。 $\mathbf{f}^s = \begin{bmatrix} \mathbf{f}^{1s} \\ \vdots \\ \mathbf{f}^{ns} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{F}^{1s} \\ \vdots \\ \mathbf{F}^{ns} \end{bmatrix} \mathbf{u}$, 表示 s 地区的最终需求向量。由式

(3) 可以看出, 即使 r 地区和 s 地区没有直接贸易, s 地区的最终需求也可以通过第三个区域 k 而间接拉动 r 地区的就业创造。将式 (3) 中的 $\boldsymbol{\rho}_q$ 转换为对角矩阵 $\widehat{\boldsymbol{\rho}}_q$ 时, 就可以得到在各地区-行业组合为满足 s 地区最终需求所需要的劳动力投入:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{b}^{1s} \\ \vdots \\ \mathbf{b}^{ns} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \widehat{\boldsymbol{\rho}}^1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & \widehat{\boldsymbol{\rho}}^n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{L}^{11} & \cdots & \mathbf{L}^{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{L}^{n1} & \cdots & \mathbf{L}^{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{f}^{1s} \\ \vdots \\ \mathbf{f}^{ns} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_k^n \boldsymbol{\rho}_q{}^{1'} \mathbf{L}^{1k} \mathbf{f}^{ks} \\ \vdots \\ \sum_k^n \boldsymbol{\rho}_q{}^{n'} \mathbf{L}^{nk} \mathbf{f}^{ks} \end{bmatrix} \quad (4)$$

其中, \mathbf{b}^{rs} 的元素 b_{ij}^{rs} 即为 s 地区对 j 行业产品的最终需求所需要的 r 地区 i 行业的劳动力投入, 或者称之为贸易隐含就业创造。相应地, 为满足 s 地区最终需求所需要 r 地区的劳动力投入 (s 地区最终需求所隐含的 r 地区的劳动投入), 可以通过将 \mathbf{b}^{rs} 中所有元素相加得到:

$$\mathbf{b}^{rs} = \mathbf{u}' \mathbf{b}^{rs} = \sum_{i=1}^m b_i^{rs} \quad (5)$$

类似地, 将式 (3) 中的劳动力使用向量 $\boldsymbol{\rho}_q$ 换为能源使用向量 $\boldsymbol{\rho}_g$, 便可以得到为

满足 s 地区最终需求向量所需要的能源投入:

$$D = \rho_g' L f^s = [\rho_g^{1'} \quad \dots \quad \rho_g^{n'}] \begin{bmatrix} L^{11} & \dots & L^{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ L^{n1} & \dots & L^{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f^{1s} \\ \vdots \\ f^{ns} \end{bmatrix} = \sum_{r,k}^n \rho_g^{r'} L^{rk} f^{ks} \quad (6)$$

相应地, 为满足 s 地区最终需求所需要的 r 地区的能源投入 (s 地区最终需求所隐含的 r 地区的能源投入), 可以通过将 d^{rs} 中所有元素相加得到:

$$d^{rs} = u' d^s = \sum_{i=1}^m d_i^{rs} \quad (7)$$

进一步地, 本文用 Leamer (1980) 提出的相对强度指标来检验 H-O 理论是否适用于中国区域间贸易。Leamer (1980) 指出, 应该用贸易隐含的相对要素指标与国内产品隐含的相对要素指标相比, 而不是用净出口中隐含的绝对要素指标来考察 H-O 理论的适用性。他认为经济发展会使得劳动成本上升, 从而发达国家或地区应呈现相对于劳动投入而更高的能源投入, 具体表现为经济发展阶段越高, 本地区生产 (以及出口) 中所隐含的本地区的能源对劳动力比值 (即本地生产的对外输出最终产品的能源-劳动力强度) 越高 (Leamer, 1980)。在投入产出分析中, 由本地生产的本地最终需求中所隐含的本地能源对劳动力比值 (即由本地生产的本地最终需求产品的能源-劳动力强度) 为:

$$ELI^r = \rho_g^r (I - A^r)^{-1} f^r / \rho_q^r (I - A^r)^{-1} f^r \quad (8)$$

类似地, r 地区对其他地区输出品所隐含的本地能源对劳动力比值为:

$$ELI^r = \rho_g^r (I - A^r)^{-1} \sum_{s \neq r} f^{rs} / \rho_q^r (I - A^r)^{-1} \sum_{s \neq r} f^s \quad (9)$$

三、实证分析

(一) 中国区域间贸易和对外贸易的经验分析

图 1 展示了中国 2012 年区域双边贸易占总贸易的比重, 气泡越大, 表明该双边贸易在总贸易中占比越大。可以看出, 我国的进口和出口主要集中在东部沿海和南部沿海, 其次是北部沿海和京津地区。这主要是由于改革开放以来, 沿海地区凭借其独特的地理优势和政策优势, 成为我国主要的进出口区域。对于国内贸易, 东部沿海所对应列的气泡都比较大, 表明东部沿海是我国区域间贸易的主要输入地; 而得益于地处中间的区位优势, 中部地区也是我国区域间贸易的主要参与者。

(二) 中国区域间贸易隐含劳动力

根据式 (5) 计算各区域最终需求中隐含的其他区域的劳动力投入 (即就业创造), 结果如表 2 所示。表中每一列表示其所对应地区的最终需求对其他地区劳动力的拉动作用, 即最终需求中隐含的其他地区的劳动力; 每一行表示其他地区所带动的

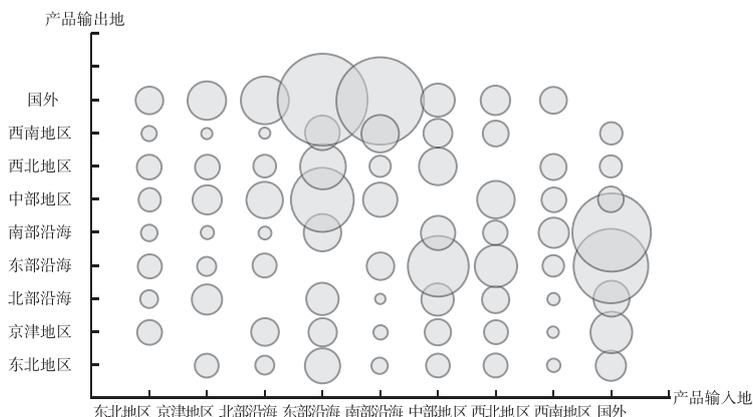


图1 中国区域双边贸易占区域总贸易比重 (2012年)

行所对应地区的就业创造。因此表的横向表示行所对应地区的隐含劳动力输出，列向表示列所对应地区的隐含劳动力输入。由表2最后一列可以看出，东部沿海的隐含劳动力输出最多，达1038万人，占该区域总劳动力的40%，是北部沿海劳动力输出的4倍多；其次是中部地区，达856万人，占其总劳动力的26%；西北地区、西南地区、东北地区和京津地区的劳动力输出在300万人左右，约占各自区域总劳动力的20%~30%。值得注意的是，南部沿海和北部沿海的劳动力输出最少，仅占本区域总劳动力的14%，说明这两个区域在国内生产链的参与度没有其他区域高，这也可以从图1的双边贸易大小看出：南部沿海和北部沿海对其他区域的贸易规模较小，并且对外的贸易规模均大于对国内其他区域的贸易规模。

表2 区域间贸易隐含劳动力

单位:万人

	东北地区	京津地区	北部沿海	东部沿海	南部沿海	中部地区	西北地区	西南地区	合计
东北地区	0 (0)	62 (16)	37 (10)	44 (-83)	24 (2)	54 (-28)	75 (23)	30 (0)	325 (-60)
京津地区	46 (-16)	0 (0)	57 (24)	25 (-47)	10 (-3)	63 (1)	51 (17)	17 (-1)	268 (-26)
北部沿海	27 (-10)	33 (-24)	0 (0)	31 (-100)	13 (2)	84 (-38)	35 (-13)	19 (-7)	243 (-189)
东部沿海	127 (83)	72 (47)	131 (100)	0 (0)	101 (62)	283 (66)	207 (142)	117 (69)	1038 (569)
南部沿海	22 (-2)	13 (3)	11 (-2)	39 (-62)	0 (0)	66 (-19)	37 (6)	97 (29)	286 (-47)

续表

	东北地区	京津地区	北部沿海	东部沿海	南部沿海	中部地区	西北地区	西南地区	合计
中部地区	83 (28)	62 (-1)	123 (38)	217 (-66)	86 (19)	0 (0)	167 (70)	119 (40)	856 (129)
西北地区	52 (-23)	35 (-17)	48 (13)	65 (-142)	31 (-6)	97 (-70)	0 (0)	56 (-43)	383 (-289)
西南地区	29 (0)	18 (1)	26 (7)	48 (-69)	68 (-29)	79 (-40)	100 (43)	0 (0)	368 (-87)
合计	385	294	432	469	333	727	672	454	

注：表中每一列表示列所对应地区的最终需求对其他地区劳动力的拉动作用，即最终需求中隐含的其他地区的劳动力；每一行表示其他地区所带动的行所对应地区的就业创造。括号中数据表示对应行向地区向对应列向地区的隐含劳动力净输出。最后一列括号中数据表示对应区域的隐含劳动力净输出，负值表示净输入。

由表2最后一行可知，三个内陆地区（中部地区、西北地区和西南地区）的劳动力输入均排在前列，这与三个区域的地理区位有密切关系。由于地处内陆，这三个区域的最终需求更多地从国内其他区域输入，由此导致了较高的其他区域的隐含劳动力输入。东部沿海和北部沿海的隐含劳动力输入也较多，一方面是由于这两个区域比较大的经济体量，其比较大的最终需求拉动了其他区域的劳动力输入；另一方面是由于这两个地区最终产品生产链中来自其他区域的中间投入占比高。

就隐含劳动力净输出而言，八个区域中只有东部沿海和中部地区是劳动力的净输出地。根据资源禀赋假说，应观测到工资低的地区为劳动力的净输出地。本文基于统计年鉴中各省份的平均工资数据，以就业人数为权重，计算得到了各个区域的加权平均工资^①。东部沿海的加权平均工资排名第二，劳动力成本较高，因此应观测到劳动力从其他地区（京津地区除外）流入。尽管实证结果得到了与此相反的结论，然而并不能就此得到我国区域间贸易也存在里昂惕夫悖论的结论。由于表2的计算结果包含贸易规模的影响，东部沿海和中部地区与其他地区的双边贸易中呈现明显的贸易顺差，这也解释了这两个区域为劳动力净输出地的原因。

（三）中国区域间贸易隐含能源

根据式（7），本文计算出某个区域最终需求中隐含的其他区域的能源投入，并进一步得到区域间贸易隐含能源的净输出（见表3）。与隐含劳动力不同，西北地区成为区域间贸易隐含能源的最大净输出地，其次是中部地区和北部沿海。分行业来看（见表4），西北地区的能源净输出主要在电力、燃气和水的生产与供应业，采矿业，化工业；中部地区的主要能源净输出行业为电力、燃气和水的生产与供应

^① 2012年八个区域按照加权平均工资由大到小排序依次是：京津地区（71621元）、东部沿海（53169元）、南部沿海（47437元）、西北地区（43931元）、西南地区（41002元）、北部沿海（40651元）、中部地区（40208元）和东北地区（39770元）。

业，非金属制品业，采矿业；而北部沿海的主要能源净输出行业为化工业、采矿业和金属制品业。可以看出，我国各区域的产业结构分化明显，西北地区、中部地区和北部沿海的产业结构集中于电力、燃气和水的生产与供应业，采矿业和化工业等高耗能行业，而其他地区尤其是京津地区、东部沿海和南部沿海集中于从内陆地区输入原材料产品。

表 3 区域间贸易隐含能源净输出

单位:PJ

	东北地区	京津地区	北部沿海	东部沿海	南部沿海	中部地区	西北地区	西南地区	合计
东北地区	0	315	-145	-107	95	-378	-524	35	-708
京津地区	-315	0	-388	-204	-49	-690	-888	-113	-2648
北部沿海	145	388	0	192	182	-34	-665	97	305
东部沿海	107	204	-192	0	173	-753	-529	41	-949
南部沿海	-95	49	-182	-173	0	-429	-540	-159	-1530
中部地区	378	690	34	753	429	0	-671	258	1872
西北地区	524	888	665	529	540	671	0	532	4349
西南地区	-35	113	-97	-41	159	-258	-532	0	-691

注：表中元素表示对应行向地区向对应列向地区的隐含能源净输出。最后一列表示对应区域的隐含能源净输出，负值表示净输入。

表 4 各区域分行业隐含能源净输出

单位:PJ

行业	东北地区	京津地区	北部沿海	东部沿海	南部沿海	中部地区	西北地区	西南地区
农业	20	-21	-19	-26	-16	36	20	5
采矿业	19	-172	251	-695	-381	265	445	267
食品加工制造业	20	-5	0	-17	-1	10	-4	-2
纺织业	-13	-7	4	22	37	-3	-19	-22
木材业	9	-4	-3	4	4	-1	-8	-2
造纸与印刷业	-18	-19	-5	43	30	13	-37	-7
化工业	77	-189	485	-62	-175	-274	353	-215
非金属制品业	37	-127	-6	-78	-15	387	-149	-50
金属制品业	-126	17	245	-87	-214	129	-68	103
设备制造业	2	1	4	52	0	-29	-21	-9
交通运输设备制造业	16	4	-3	12	-3	-14	-14	2
电子设备制造业	-8	-5	3	40	-1	-4	-17	-8

续表

行业	东北地区	京津地区	北部沿海	东部沿海	南部沿海	中部地区	西北地区	西南地区
其他制造业	-3	-3	-5	21	8	-3	-14	-1
电力、燃气和水的生产与供应业	-649	-2153	-588	-431	-776	1500	3829	-731
建筑业	-27	-13	-42	129	-21	11	-21	-16
贸易与仓储运输业	-66	88	24	183	28	-290	88	-54
其他服务业	5	-40	-42	-61	-32	139	-14	47
合计	-708	-2648	305	-949	-1530	1872	4349	-691

注：表中元素表示对应行向地区向对应地区行业的隐含能源净输出。最后一行表示对应区域的隐含能源净输出，负值表示净输入。

（四）八个区域的能源 - 劳动力强度

Fischer-Kowalski 等（2012）认为随着经济的发展，社会生态环境也会随之发生转变，在劳动投入方面则表现为之前由人力和动物完成的物理工作被机器所代替，由此带来能源使用的增加和劳动率的提升。不少文献已经用美国的经验数据证实了这一推论（Cleveland et al., 1984; Hall et al., 1986）。为考察这一推论在中国是否同样适用，本文计算了八个区域的能源 - 劳动力强度，即用本地区最终消费生产所需要的能源除以需要的劳动力。

根据式（8）和式（9）计算的结果如表5所示。可以发现，与预测结果相反，能源 - 劳动力强度与经济发展阶段没有密切的关系，人均 GRP 较低的西北地区能源 - 劳动力强度最大，而人均 GRP 较高的京津地区和南部沿海的能源 - 劳动力强度较低。无论是本地生产还是输出品生产的能源 - 劳动力强度，均能得到一致的结果。总体上，中国各区域生产隐含的能源 - 劳动力强度基本与人均 GRP 呈现负相关关系，即经济发展程度越高，生产所带动的单位就业中所需的能源使用越低（见图2）。

表5 我国八区域本地生产的能源 - 劳动力强度

	ELI'' (PJ/万人)	ELI' (PJ/万人)	人均 GRP (万元)
	(1)	(2)	(3)
东北地区	8.66	6.86	4.60
京津地区	1.72	2.19	8.84
北部沿海	7.38	15.46	4.51
东部沿海	6.02	5.49	6.90
南部沿海	4.83	5.43	5.23

续表

	ELI^r	ELI^c	人均 GRP
	(PJ/万人)	(PJ/万人)	(万元)
	(1)	(2)	(3)
中部地区	6.00	6.42	3.24
西北地区	9.72	12.96	3.92
西南地区	5.30	6.20	2.75

注：表中第（1）列元素表示各区域生产本地最终需求产品所隐含的本地能源对劳动力的比值（即由本地生产的本地最终需求产品的能源-劳动力强度），根据式（8）计算得到；第（2）列元素表示各区域生产其他地区所需最终产品所隐含的本地能源对劳动力的比值（即本地对外输出最终产品的能源-劳动力强度），根据式（9）计算得到。

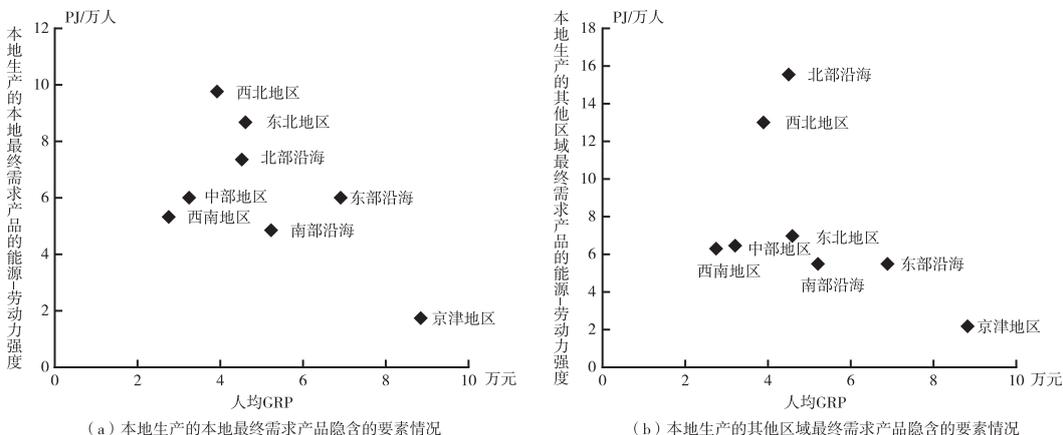


图 2 能源-劳动力强度与人均 GRP 的关系

四、进一步解释

东部沿海是中国区域间贸易的中枢，中部地区次之，其他区域的最终需求显著拉动这两个区域的劳动力。而内陆地区产业结构仍比较单一，对当地的资源依赖较强。因此内陆地区生产和输出产品的隐含能源-劳动力强度高可能是其单一的比较优势产业导致的。为证实这一猜想，本文进一步计算各区域不同行业的比较优势（Revealed Comparative Advantage, RCA），即 r 地区 i 行业的输出占 r 地区所有行业输出的比值除以全国 i 行业输出占全国所有行业输出的比值：

$$RCA_i^r = \frac{\sum_{s \neq r} f_i^s / \sum_{s \neq r} \sum_i f_i^s}{\sum_r \sum_{s \neq r} f_i^s / \sum_r \sum_{s \neq r} \sum_i f_i^s} \quad (10)$$

若 $RCA_i > 1$, 则表明相较于其他地区, r 地区具有生产 i 产品的比较优势。如表 6 所示, 西北地区、东北地区以及北部沿海在一些基础性初级产品行业的比较优势显著。其中, 西北地区采矿业的 RCA 分值为 9.0, 表示西北地区采矿业产品的输出占所有产品输出的比值是全国平均水平的 9 倍, 采矿业的单位产出劳动力投入相对较低, 而其单位产出能源消耗较高, 仅次于电力、燃气和水的生产与供应业 (见表 7)。类似地, 东北地区的比较优势行业木材业和非金属制品业、北部沿海的比较优势行业金属制品业和化工业均具有较高的单位产出能源投入。这导致了这几个区域为能源的净输出地, 而对劳动力的拉动作用并不显著。这表明劳动力成本差异并不是决定我国区域间贸易的主要影响因素, 而能源禀赋的作用较为显著, 同时也说明我国内陆地区的增长方式仍是高度依赖资源的、粗放式的; 其经济结构仍较为传统单一, 一些新兴产业例如电子设备制造业在东北地区、西北地区和西南地区的 RCA 分值较低 (均低于全国平均水平)。由此可知, 尽管经济的发展伴随机器替代人力和能源使用的上升, 但由于不同区域的优势产业和发展路径差异明显, 且西部等内陆地区高耗能产业的比较优势显著, 因而未能得到能源 - 劳动力强度随着经济增长而上升的结论。因此, 这些地区在发挥其自身产业比较优势的同时, 应进一步完善基础设施, 发展新兴产业, 逐步优化产业结构, 实现产业升级, 从而创造和扩大就业。

表 6 八个区域分行业比较优势分值

行业	东北地区	京津地区	北部沿海	东部沿海	南部沿海	中部地区	西北地区	西南地区
农业	1.7	0.1	1.7	0.1	0.5	2.5	2.9	3.0
采矿业	0.8	1.3	0.0	0.0	0.3	1.5	9.0	0.5
食品加工制造业	3.8	0.9	4.4	0.1	0.5	1.6	1.4	1.4
纺织业	0.1	0.2	3.6	0.7	3.8	0.9	0.1	0.2
木材业	3.9	0.1	1.3	0.3	2.4	1.4	0.4	1.6
造纸与印刷业	0.1	0.4	0.4	0.5	4.5	1.9	0.2	0.6
化工业	1.7	0.6	3.0	0.4	2.2	1.1	2.4	0.6
非金属制品业	2.6	0.5	1.3	0.2	1.6	2.6	1.1	1.2
金属制品业	0.4	1.3	3.2	0.6	1.4	1.5	1.5	0.4
设备制造业	0.7	1.0	2.3	1.0	1.3	1.3	0.6	0.3
交通运输设备制造业	1.7	2.5	0.9	0.7	1.7	0.5	0.7	1.8
电子设备制造业	0.2	1.6	0.7	0.9	2.7	1.0	0.3	0.5
其他制造业	0.5	1.9	0.0	1.0	1.2	1.2	0.4	1.0
电力、燃气和水的生产与供应业	0.5	2.7	3.4	0.0	0.5	1.5	1.8	4.1
建筑业	0.4	0.2	0.0	1.5	0.3	0.7	0.9	0.8
贸易与仓储运输业	0.2	2.9	4.2	0.5	1.0	0.6	2.6	0.6
其他服务业	2.8	2.6	0.4	0.3	0.9	1.5	1.0	1.9

注: 表中元素表示对应区域行业的比较优势分值, 即用该地区该行业的输出占该地区所有行业输出的比值除以全国该行业输出占全国所有行业输出的比值得到。

表 7 分行业平均单位产品的能源消耗与劳动力投入

行业	能源(PJ/元)	劳动力(人/元)
农业	0.02	47
采矿业	0.08	91
食品加工制造业	0.01	45
纺织业	0.01	101
木材业	0.01	48
造纸与印刷业	0.02	74
化工业	0.06	42
非金属制品业	0.07	55
金属制品业	0.04	39
设备制造业	0.01	67
交通运输设备制造业	0.01	66
电子设备制造业	0.01	66
其他制造业	0.01	80
电力、燃气和水的生产与供应业	1.06	62
建筑业	0.01	140
贸易与仓储运输业	0.07	52
其他服务业	0.02	280

资料来源：《中国能源统计年鉴 2013》《中国劳动统计年鉴 2013》。

五、结论

本文从区域间贸易隐含要素流动的角度出发，分析了中国区域增加值贸易隐含劳动力以及隐含能源的流向，根据能源-劳动力强度考察了中国区域生产与理论预测的一致性，并通过对各区域比较优势产业的分析，进一步对实证结果进行解析。

从双边贸易角度来看，东部沿海是中国区域间贸易主要的输入地，中部地区是主要参与者。增加值贸易中，东部沿海的劳动力输出最多，而北部沿海输出最少，这一方面表明东部沿海较其他区域更多地参与到国内生产链中，另一方面也说明东部沿海生产劳动力密集的特征。而隐含劳动力输入在内陆地区显著，表明内陆地区的最终需求更多地从国内其他地区输入，而非进口。就隐含能源而言，西北地区、中部地区和北部沿海是最大隐含能源输出地。从隐含能源净输出行业来看，各区域产业结构分化仍比较明显，西北地区、中部地区和北部沿海多集中于生产一些高耗能的产品。从各区域的能源-劳动力强度来看，人均 GRP 较高的京津地区生产隐含的能源-劳动力强度最低，而人均 GRP 较低的西北地区能源-劳动力强度最高，表明中国的实际并不符合 Fischer-Kowalski 等（2012）的观点。现阶段中国区域产业结构分化仍比较明显，内陆地区过度依赖一些基础性的初级产品行业，形成单一的产业结构，其增长方式是高度依赖资源的粗放式增长，使得劳动力成本差异对中国区域间贸易的影响较

小,而能源禀赋的影响较大。这导致了内陆地区成为能源的净输出地,而对劳动力的拉动作用并不明显。

本文的政策建议主要有以下三点。第一,内陆地区应丰富产业结构,打破单一比较优势,实现各产业融合发展。随着社会分工细化,产业链条逐渐分割的特征为内陆地区扩展产业结构提供了良好的机遇。内陆地区应努力融入国内生产链条,在参与过程中学习、拓展不同的产业类别,并逐渐完成产业结构的升级,提高就业创造和吸收能力。第二,丰富产业结构需要完善的基础设施和配套机制的支持,内陆地区应不断完善基础设施建设,规范市场运行秩序,营造良好的营商环境,进一步吸引高新技术产业的进驻,从而不断完善产业结构。第三,政府应该实行有区别的产业发展政策,通过降税或补贴的方式鼓励内陆地区的新兴产业发展,同时鼓励发达地区为内陆地区提供技术支持,提高其生产的能源利用率,从粗放式的增长转变为集约式的发展。

参考文献

- 程大中(2014):《中国增加值贸易隐含的要素流向扭曲程度分析》,《经济研究》第9期,第105~120页。
- 戴觅、张轶凡、黄炜(2019):《贸易自由化如何影响中国区域劳动力市场?》,《管理世界》第6期,第56~69页。
- 张川川(2015):《“中等教育陷阱”?——出口扩张、就业增长与个体教育决策》,《经济研究》第12期,第115~127、157页。
- 张川川(2016):《出口对就业、工资和收入不平等的影响——基于微观数据的证据》,《经济学(季刊)》第4期,第1611~1630页。
- 张友国(2015):《碳排放视角下的区域间贸易模式:污染避难所与要素禀赋》,《中国工业经济》第8期,第5~19页。
- Baldwin, R. (2006), “Globalization: The Great Unbundling (s)”, *Economic Council of Finland*, 20 (3), pp. 5 – 47.
- Cleveland, C. J., R. Costanza and C. A. S. Hall, et al. (1984), “Energy and the U. S. Economy: A Biophysical Perspective”, *Science*, 13 (3), pp. 249 – 257.
- Copeland, B. R. and M. S. Taylor (2004), “Trade, Growth, and the Environment”, *Journal of Economic Literature*, 42 (1), pp. 7 – 71.
- Dietzenbacher, E. and K. Mukhopadhyay (2007), “An Empirical Examination of the Pollution Haven Hypothesis for India: Towards a Green Leontief Paradox?”, *Environmental and Resource Economics*, 36 (4), pp. 427 – 449.
- Dietzenbacher, E., J. Pei and C. Yang (2012), “Trade, Production Fragmentation, and China’s Carbon Dioxide Emissions”, *Journal of Environmental Economics & Management*, 64 (1), pp. 88 – 101.
- Facchini, G., M. Y. Liu and A. M. Mayda, et al. (2017), “The Impact of China’s WTO Accession on Internal Migration”, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3005422 [2019-07-16].
- Feng, K., S. J. Davis and L. Sun (2013), “Outsourcing CO₂ within China”, *Proceedings of the*

National Academy of Sciences of the United States of America, 110 (28), pp. 11654 – 11659.

Fischer-Kowalski, M., et al. (2012), “Socio-ecological Transitions: Definition, Dynamics and Related Global Scenarios”, http://www.neujobs.eu/sites/default/files/publication/2012/05/wp1_Socio-ecological%20transitions%20and%20global%20scenarios.pdf [2019-07-16].

Gereffi, G. (2001), “Global Sourcing in the U. S. Apparel Industry”, *Journal of Textile & Apparel Technology & Management*, 25 (2), pp. 283 – 306.

Grossman, G. M. and A. B. Krueger (1991), “Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement”, <https://www.nber.org/papers/w3914> [2019-07-16].

Guan, D., Z. Liu, Y. Geng, S. Lindne and K. Hubacek (2012), “The Gigatonne Gap in China’s Carbon Dioxide Inventories”, *Nature Climate Change*, 2 (9), pp. 672 – 675.

Hall, C. A. S., C. J. Cleveland and R. Kaufmann (1986), *Energy and Resource Quality: The Ecology of the Economic Process*, New York: Wiley.

Heckscher, E. F. (1919), “The Effect of Foreign Trade on the Distribution of Income”, *Ekonomisk Tidskrift*, 21 (2), pp. 1 – 32.

Hertwich, E. G. and G. P. Peters (2009), “Carbon Footprint of Nations: A Global, Trade-linked Analysis”, *Environmental Science & Technology*, 43 (16), pp. 6414 – 6420.

Johnson, R. C. and G. Noguera (2012), “Accounting for Intermediates: Production Sharing and Trade in Value Added”, *Journal of International Economics*, 86 (2), pp. 224 – 236.

Koopman, R., W. Powers and Z. Wang, et al. (2010), “Give Credit Where Credit Is Due: Tracing Value Added in Global Production Chains”, <https://www.nber.org/papers/w16426> [2019-07-16].

Leamer, E. E. (1980), “The Leontief Paradox, Reconsidered”, *Journal of Political Economy*, 88 (3), pp. 495 – 503.

Leontief, W. (1953), “Domestic Production and Foreign Trade: The American Capital Position Re-Examined”, *Proceedings of the American Philosophical Society*, 97 (4), pp. 332 – 349.

Maskus, L. E. (1985), “A Test of the Heckscher-Ohlin-Vanek Theorem: The Leontief Commonplace”, *Journal of International Economics*, 19 (3-4), pp. 201 – 212.

Meng, B., Y. Zhang and J. Guo, et al. (2012), “China’s Regional Economies and Value Chains: An Interregional Input-output Analysis”, <http://www.ide-jetro.jp/English/Publish/Download/Dp/359.html> [2019-07-16].

Miller, R. E. and P. D. Blair (2009), *Input-output Analysis: Foundations and Extensions*, Cambridge University Press.

Ohlin, B. (1933), *Interregional and International Trade*, Cambridge, MA: Harvard University Press.

Peters, G., C. L. Weber and J. Liu (2006), *Construction of Chinese Energy and Emissions Inventory*, Trondheim: Norwegian University of Science and Technology.

Peters, G. P. and E. G. Hertwich (2008), “CO₂ Embodied in International Trade with Implications for Global Climate Policy”, *Environmental Science & Technology*, 42 (5), pp. 1401 – 1407.

Reimer, J. J. (2011), “The Domestic Content of Imports and the Foreign Content of Exports”, *International Review of Economics & Finance*, 20 (2), pp. 173 – 184.

Stehrer, R., N. Foster and G. de Vries (2012), “Value Added and Factors in Trade: A

Comprehensive Approach”, *WIOD Working Paper*, No. 8.

Timmer, M. P., B. Los and R. Stehrer (2012), “Fragmentation, Income and Jobs—An Analysis of European Competitiveness”, *Economic Policy*, 28 (76), pp. 613–661.

Tukker, A., T. Bulavskaya and S. Giljum, et al. (2014), *The Global Resource Footprint of Nations*, <https://www.exiobase.eu/index.php/publications/creea-booklet> [2019-07-16].

Yang, C., E. Dietzenbacher and J. Pei (2015), “Processing Trade Biases: The Measurement of Vertical Specialization in China”, *Economic Systems Research*, 27 (1), pp. 60–76.

Analysis of Labor Embodied in Interregional Value-added Trade: Re-examination of Leontief Paradox from the Perspective of Energy Use

YAN Bing-qian, WANG Zhen-xia

(National Academy of Economic Strategy, Chinese Academy of Social Sciences,
Beijing 100028, China)

Abstract: Based on the multi-regional input-output framework, this paper analyzes the labor embodied in interregional trade in China. Meanwhile, through estimating the energy intensity per unit of labor embodied in final products in each region, this study examines whether the empirical results are consistent with the theoretical hypothesis. Results show that East Coast and Central Region are the two main participants in interregional trade. As for the labor embodied in trade, East Coast is the largest exporter of embodied labor, though it has the highest wage among eight regions; in contrast, Northwest, North Coast and Southwest, with relatively low wage, are the three largest importer of embodied labor. This reveals that the basic characteristics of “Leontief Paradox” exist in China’s interregional trade. This paper further analyzes the relationship between trade in value-added and employment from the perspective of energy intensity per unit of labor. Results show that the energy intensity per unit of labor in region with relatively low GRP (such as Northwest) is the highest, whereas those in Jingjin Region and South Coast (with relatively high GRP) are the lowest. By analyzing the Revealed Comparative Advantage in each region, the paper finds that the main reason for this inconsistency lies in the industrial structure in Northwest and North Coast, which are highly dependent in primary industries. Improving the infrastructure and upgrading industrial structure are important steps for these regions to transform the extensive growth mode.

Key Words: factors embodied in trade; labor; energy; multi-regional input-output model; Leontief Paradox

责任编辑：庄立