

[文章编号] 1003—4684(2020)06-0034-04

湖北省进出口贸易能耗强度的测算与分析

刘 宇, 王俊平

(湖北工业大学经济与管理学院, 湖北 武汉 430068)

[摘 要] 将湖北省投入产出表中的 42 部门重新归类为 6 部门, 建立能源—经济投入产出模型。通过投入产出分析, 测算 2007、2012 和 2017 年湖北省 6 部门直接能源强度和完全能源强度, 计算得到湖北省总产出、出口和进口的平均能源强度, 并定义湖北省对外贸易中的净省能强度。实证结果表明: 湖北省出口具有相对全省产出平均水平更高的能源强度, 出口产业倾向于能源密集型结构; 同时, 湖北省进口的能源强度高于出口和总产出的能源强度, 净省能强度大于 0, 说明湖北省当前贸易条件利于能源节约。另一方面, 持续下降的净省能强度值则显示湖北省贸易条件有恶化趋势, 而进出口产业结构的调整有利于对外贸易的净省能强度的提高。

[关键词] 对外贸易; 能耗强度; 投入产出分析

[中图分类号] F752.8 **[文献标识码]** A

2001 年以来, 湖北省对外贸易进入持续发展阶段。2018 年湖北省进出口总额达到 528 亿美元, 相对 2017 年增长 14%, 比全国平均高 1.5%。其中: 出口 340.9 亿美元, 增加 11.8%, 较全国平均高 1.9%; 进口 187.1 亿美元, 增长 18.4%, 较全国平均高 2.6%。对外贸易的发展推高了对能源的需求。湖北省的经济增长在较大程度归因于对重型制造业的固定资产投资和以量取胜的工业产品的出口。能源需求与本省供给间缺口的不断扩大, 导致湖北省更多地依靠进口以满足其快速增长的能源需求。

国外学者在对外贸易和能源消耗问题的研究较早。Wiedmann(2008)^[1] 结合产品土地使用矩阵模型和投入产出模型对 2002 年英国的贸易能源足迹进行测算, 发现英国出口产品的能源足迹小于其进口产品的能源足迹。Peters and Hertwich(2008)^[2] 通过测算 2001 年 87 国的贸易碳排放量, 指出贸易中体现的排放将对全球气候政策的制定和治理的有效性产生重大影响。Liu 等(2010)^[3] 运用结构分解方法和投入产出模型分析中国 1992—2005 年对外贸易中的隐含能问题, 研究结果表明, 出口贸易的增加对隐含能净出口的增长有促进作用, 能源消费结构的优化和能源利用效率的提高抵消了部分隐含能净出口的增加。Massimo 等(2016)^[4] 运用对数能源需求模型, 测算了 2003—2012 年中国 29 个省的

能源持续性和能源效率后指出, 通过将能源使用效率提高到 100%, 中国的总能耗将减少相当于 2012 年总能耗的 25%。

国内学者对于进出口贸易中能源消耗强度的研究同样是全面且多角度的, 对探讨我国应对新形势下能源问题有重要意义。尹显萍等(2011)^[5] 运用投入产出法分析 2002—2008 年我国对外贸易与能源消费的关系, 认为我国对外贸易中的商品结构不利于节能降耗, 强调对外贸易对于节能降耗的重要性。谢建国等(2014)^[6] 测算了我国各行业进出口产品中的能源消耗, 从分析结果来看, 我国对外贸易的能源净消耗处在增长的趋势, 出口规模的扩大会导致出口隐含能源的消耗量的增加。朱启荣等(2016)^[7] 通过 LMDI 因素分解法分析了出口贸易的能耗效应, 研究结果表明, 我国需要通过优化出口贸易结构和降低出口贸易的能耗强度, 以应对出口贸易能耗的快速增加。杨迎春等(2017)^[8] 采用非竞争型投入产出法对中国分部门的出口贸易能耗进行测算, 证明规模因素是出口贸易能耗增加的重要原因, 技术因素则对能耗增加有抑制作用。李雪冬等(2019)^[9] 通过测算 2002—2011 年间我国与“一带一路”国家贸易中的隐含能问题, 验证了能源效率、投入效应、出口规模和结构均对出口能耗存在不同程度的影响。

综上所述, 国外学者在对外贸易的能耗强度问

[收稿日期] 2020—09—10

[基金项目] 湖北省教育厅人文社科项目(15D032); 教育部人文社科项目(17YJA7900058)

[第一作者] 刘 宇(1976—), 男, 湖北荆门人, 湖北工业大学副教授, 研究方向为国际经济学

[通信作者] 王俊平(1995—), 男, 山东滕州人, 湖北工业大学硕士研究生, 研究方向为国际贸易学

题的研究多着眼于宏观方面,而国内学者则主要以中国整体数据为样本,集中在国家层面,基于不同省份进出口贸易能耗强度的研究成果则很少。我国不同省份间因外贸发展的特点不同,能耗强度区别很大,故有必要基于省份来做具体分析。

1 模型与数据处理

1.1 模型设定

假设 X_i 表示第 i 个部门的总产出或总投入, MI_i 表示中间总投入,最终使用为 Y_i ,其他项为 OT_i ,中间投入 MI_i 被分别投入到 n 个部门,其中,投入到第 j 个部门的中间投入表示为 X_{ij} 。

进口 IM_i 与最终使用 Y_i 共同用于提供出口 EX_i ,以及政府消费、居民消费、固定投资和存货增加。将中间投入之外的产出记为 Y_i^* ,其中 $i=1,2,3,\dots,n$,则有:

$$X_i = MI_i + Y_i - IM_i + OT_i = \sum_{j=1}^n X_{ij} + Y_i^* = \sum_{j=1}^n A_{ij} X_j + Y_i^* \quad (1)$$

其中, $A_{ij} = X_{ij} / X_j$,表示投入产出表中的直接消耗系数。

用矩阵表示为: $X = AX + Y^*$,则 $X = (1 - A)^{-1} Y^*$,其中 A 表示直接消耗系数矩阵。

以 $B^* = (1 - A)^{-1}$ 表示里昂惕夫逆矩阵,即完全需要系数矩阵,则 $B = (1 - A)^{-1} - 1$ 得到完全消耗系数矩阵。

假设 E_i 表示第 i 个产业部门的能源消耗总量,单位产出的直接能源强度

$$DEI_i = E_i / X_i \quad (2)$$

矩阵表示为

$$DEI \times X = DEI (1 - A)^{-1} Y^* = FEI \times Y^*$$

即

$$FEI = DEI (1 - A)^{-1} = DEI \times B^* \quad (3)$$

其中, FEI 表示某一行业基于单位最终产出或消费的能源完全强度。

假设总产出 $TX = \sum_{i=1}^n X_i$,出口额 $TEX = \sum_{i=1}^n EX_i$,进口额 $TIM = \sum_{i=1}^n IM_i$ 。总产出的平均能源强度为 FEI_t , FEI_m 和 FEI_x 分别表示进口的平均能源强度和出口的平均能源强度。

FEI_i 是 i 行业的能源强度, X_i 是 i 行业的总产出, EX_i 是 i 行业的出口值, IM_i 是 i 行业的进口值。则计算公式如下:

$$FEI_t = \sum_{i=1}^n (X_i / TX \times FEI_i) \quad (4)$$

$$FEI_x = \sum_{i=1}^n (EX_i / TEX \times FEI_i) \quad (5)$$

$$FEI_m = \sum_{i=1}^n (IM_i / TIM \times FEI_i) \quad (6)$$

进一步,可以定义 α 为贸易净省能强度,其公式为:

$$\alpha = FEI_m - FEI_x = \sum_{i=1}^n (IM_i / TIM - EX_i / TEX) FEI_i \quad (7)$$

$\alpha > 0$,表明单位产出的进口值的能源强度高于单位产出的出口值的能源强度,当前贸易条件有助于能源节约,反之,则说明当前贸易条件不利于能源节约。

式(7)同时包含出口贸易结构和进口贸易结构。在同一部门能源完全强度一定的情况下,贸易净省能强度 α 只取决于各部门进出口值占总进出口值的比重,证明进出口产业结构的优化和升级有助于提高对外贸易的净省能强度。

1.2 数据处理与说明

基于投入产出和能源平衡数据的可得性和完整性,考虑自 2001 年 12 月中国加入 WTO 以来湖北省对外贸易发展的三个阶段,测算了 2007、2012 和 2017 年湖北省进出口贸易的能耗强度。本文计算所使用的投入产出数据来自《湖北省投入产出表》,包括 42 个部门;分行业能源消耗数据来自于《湖北省统计年鉴》。其中,总产出的单位为亿元,能源消耗量的单位为万 t 标准煤,能源消耗系数的单位为 t 标准煤/万元。因上述部分数据的行业分类不相同,为便于核算和研究需要,本文以《2017 年国民经济行业分类(GB/T 4754—2017)》为基准,将投入产出表和分行业能源消耗数据进行重新分类,最终合并为 6 个部门,进而建立 6 部门的能源—经济投入产出模型。

“湖北省投入产出表”合并部门如下:

(02)煤炭采选产品+(03)石油和天然气开采产品+...+(26)燃气生产和供应+(27)水的生产和供应=工业

(29)批发和零售+(31)住宿和餐饮=批发、零售业和住宿、餐饮业

(32)信息传输、软件和信息技术服务+(33)金融+(34)房地产+...+(41)文化、体育和娱乐+(42)公共管理、社会保障和社会组织=其他

《湖北省统计年鉴》中分行业能源消耗合并部门如下:

(06)其他+(07)生活消费=其他

此外,对 6 部门编号,具体为:DT₁(农、林、牧、渔业)、DT₂(工业)、DT₃(批发、零售业和住宿、餐饮业)、DT₄(建筑)、DT₅(交通运输、仓储和邮政)、DT₆(其他)。

2 实证分析

在 6 部门能源—经济投入产出模型中,计算出

2007 年、2012 年和 2017 年湖北省分部门的总产出和能源消费总量如表 1 所示。结果显示,2007、2012 和 2017 年DT₂总产出在 6 部门中最高,占比分别为 51.19%、56.87%和 61.92%,2017 年较 2007 年提高 10.73%。同时,DT₅总产出最低,占比分别为 4.67%、4.52%、4.28%,较为稳定。另一方面,2007、

2012 和 2017 年DT₂能源消耗总量在 6 部门中同样最高,占比分别为 70.61%、69.07%和 66.27%,呈连续下降趋势,但下降趋势并不显著。同时,DT₄能源消耗总量最低,占比分别为 1.56%、2.01%和 2.55%。

表 1 分部门总产出和能源消费总量

部门	2007 年		2012 年		2017 年	
	总产出/亿元	能源消耗量/万 t	总产出/亿元	能源消耗量/万 t	总产出/亿元	能源消耗量/万 t
DT ₁	230.478	42.161	473.212	46.383	971.586	51.027
DT ₂	1135.641	857.417	3212.817	1220.838	9089.308	1738.297
DT ₃	157.166	36.933	331.330	92.387	698.495	231.104
DT ₄	196.670	18.972	562.917	35.614	1611.204	66.854
DT ₅	103.543	111.233	255.186	154.893	628.915	215.690
DT ₆	394.870	147.509	814.255	217.347	1679.063	320.248

利用式(2)计算得到重新分类后 6 部门的基于单位总产出的直接能源强度DEI_i,从而通过式(3)分别测算出 2007 年、2012 年和 2017 年湖北省 6 个行业的基于单位最终消费的完全能源强度FEI_i(t 标准煤/万元),计算结果如表 2 所示。可以看出,直接能源强度DEI_i在 2007 和 2012 年强度较大的部门为DT₅和DT₂,强度较小的部门为DT₄和DT₁,而在 2017 年 DEI 最大的部门为DT₅和DT₃,以工业为代表的DT₂的强度明显下降。

基于单位最终消费的能源完全强度FEI_i更值得关注。结果显示,在全部 6 个部门中,DT₅和DT₂的完全能源强度较大,DT₁和DT₃完全能源强度较小。另一方面,2012 年湖北省 6 部门的完全能源强度较 2007 年均存在不同程度降低,其中DT₂减少0.7959,下降程度最大,其次是DT₅,下降 0.7013。同时,2017 年的完全能源强度较 2012 年继续下降,其中,DT₂减少 0.4444,下降程度最大;DT₅减少0.4421,DT₃能源强度减少 0.1491,下降程度最小。分析说明:自 2006 年下发《国务院关于加强节能工作的决定》以来,湖北省节能降耗工作取得一定成效。

表 2 分部门直接能源强度和完全能源强度

部门	t 标准煤/万元					
	2007 年		2012 年		2017 年	
	DEI _i	FEI _i	DEI _i	FEI _i	DEI _i	FEI _i
DT ₁	0.1829	0.6816	0.0980	0.4096	0.0525	0.2461
DT ₂	0.7550	1.8022	0.3800	1.0063	0.1913	0.5619
DT ₃	0.2350	0.7426	0.2788	0.5361	0.3308	0.3870
DT ₄	0.0965	1.3174	0.0633	0.7049	0.0415	0.3772
DT ₅	1.0743	1.8977	0.6070	1.1964	0.3430	0.7543
DT ₆	0.3736	0.8717	0.2669	0.5724	0.1907	0.3759

由投入产出表流量表,得出 2007、2012 和 2017 年湖北省基于各部门的总产出和出口量的数据。以

各行业产出占总产出比值为参数,计算总产出的平均能源强度FEI_t,按照同样处理方法,以各行业进口和出口值占总进口和出口值的比重为参数,计算得到进出口的平均能源强度FEI_m和FEI_x。

利用式(4)、(5)、(6)分别计算得到湖北省总产出的能源强度FEI_t、出口值的能源强度FEI_x和进口值的能源强度FEI_m,进一步,通过式(7)可计算得到湖北省进出口贸易的净省能强度α,计算结果如表 3 所示。结果证明,2007 年、2012 年和 2017 年湖北省的FEI_x均大于FEI_t,即湖北省总产出的平均能源强度大于湖北省出口值的平均能源强度,证明湖北省出口产业具有相对全省产出平均水平更高的能源强度,即湖北省的出口产业倾向于能源密集型结构。同时,2007 年、2012 年和 2017 年的净省能强度α的值均大于 0,说明湖北省的进口在一定程度抵消了出口所带来的能源消耗,当前贸易条件下的进口产业结构利于能源节约。

表 3 平均能源强度和净省能强度

年份	t 标准煤/万元			
	FEI _t	FEI _x	FEI _m	α
2007	1.40656	1.52654	1.69372	0.16719
2012	0.84479	0.98518	1.00603	0.02084
2017	0.49936	0.56029	0.56189	0.00160
平均增长率/%	-0.40415	-0.39295	-0.42375	-0.89938

另一方面,在湖北省 2012 年总产出的平均能源强度EEL_t、出口的平均能源强度FEI_x下降基础上,2017 年较 2012 年再次下降,证明湖北省整体产业结构和出口结构得到进一步调整,节能降耗政策稳步推进,发展道路转向绿色发展模式。同时,受宏观经济环境影响,在国际贸易竞争加剧、贸易壁垒阻碍进口的情况下,湖北省进口值的平均能源强度FEI_m

呈下降趋势,从而导致净省能强度 α 下降。

表 3 结果显示,2007 年到 2017 年间,湖北省总产出的平均能源强度和进出口的平均能源强度均显著降低,分别为 40.41%、39.30%和 42.38%。此外,2017 年湖北省进口值的平均能源强度 FEI_m 较 2007 年下降 66.83%,净省能强度 α 则下降 99.05%,下降迅速,说明当前对外贸易条件有所恶化,呈现不利于湖北省整体的能源节约的趋势。净省能强度 α 的降低不利于湖北省进出口贸易的发展和结构升级,阻碍湖北省的产业转型的推进。以上分析进一步说明,湖北省进出口的产业结构需要更深层次的优化和升级。

3 结论与政策建议

本文通过建立能源—经济投入产出模型,对湖北省 42 个行业重新归类,合并成 6 部门,分别核算其能源强度,计算得到湖北省总产出的能源强度、出口的能源强度和进口的能源强度,在此基础上,定义和测算 2007、2012 和 2017 年湖北省对外贸易的净省能强度。

湖北省出口产业具有相对全省产出平均水平更高的能源强度,即湖北省的出口产业倾向于能源密集型结构,高能耗产品的出口值在湖北省出口贸易中占较大比重,当前贸易结构不利于节能降耗的发展目标,同样不利于经济的可持续发展。在当前贸易条件下,出口贸易结构有进一步放大能源消耗的趋势,并在一定程度抵消了其他产业部门的能源消耗量的减少。本文实证结果显示,2007 年、2012 年和 2017 年湖北省对外贸易的净省能强度均大于 0,说明湖北省贸易条件有利于降低能耗,另一方面,净省能强度 α 的绝对值较小,且 2017 年的净省能强度较 2007 年下降明显,显示现存的贸易产业结构不稳定,存在巨大的优化空间和发展潜力。

根据本文投入产出分析,在同一部门能源完全强度一定的情况下,贸易净省能强度 α 只取决于各部门进出口量占总进出口量的比重。所以,优化进出口产业结构、降低高耗能产品在出口中的比重、提高低耗能产品的比重,有助于净省能强度的提高。

湖北省对外贸易的产业结构倾向于能源消耗型,贸易发展仍处于粗放型增长阶段。湖北省出口的产业结构具有高能耗特征,对外出口中能耗密集型产品比重大。出口平均能源强度长期处于较高水

平,同样说明湖北省的出口产业仍处于分工体系下游,更多以依靠能源资源和劳动的密集投入为主。另一方面,进口平均能源强度的提高对出口的能源消耗有部分抵消作用,可以在一定程度缓解湖北省的能源压力。

出口贸易通过经济增长、结构调整、技术进步对能源消耗产生影响,因此,需要不断推进贸易结构的优化和调整,充分发挥贸易结构的节能空间,对能源密集型部门的低耗能转型给予激励政策和贸易政策的引导,也要对非能源密集型部门贸易活动中的节能降耗进行支持。环境问题的加剧、持续的能源消耗会对湖北省的进出口结构和贸易发展模式带来重大挑战,要保持湖北省经济的可持续增长,必须推进能源节约、环境友好的贸易发展模式。

[参 考 文 献]

[1] Peters G P, Hertwich E G. CO₂ embodied in international trade with implications for global climate policy [J]. Environmental science & technology, 2008, 42(5):1401-7.

[2] Wiedmann T. A first empirical comparison of energy Footprints embodied in trade — MRIO versus PLUM [J]. Ecological Economics, 2008, 68(7):1975-1990.

[3] Liu Hongtao, Xi Youmin, Guo Ju'e, et al. Energy embodied in the international trade of China: An energy input - output analysis[J]. Energy Policy, 2010, 38(8):3957-3964.

[4] Filippini M, Zhang Lin. Estimation of the energy efficiency in Chinese provinces [J]. Energy Efficiency, 2016, 9(6):1315-1328.

[5] 尹显萍,王生.能源消费、节能潜力与中国对外贸易[J]. 经济管理,2011,33(2):14-22.

[6] 朱启荣.中国出口贸易活动中的能源消耗问题研究[J]. 统计研究,2011,28(5):41-46.

[7] 谢建国,姜珮珊.中国进出口贸易隐含能源消耗的测算与分解——基于投入产出模型的分析[J]. 经济学(季刊),2014,13(4):1365-1392.

[8] 杨迎春,李琼源,吴凌芳.中国不同行业出口贸易引致的能耗问题分析——基于非竞争型投入产出法[J]. 厦门理工学院学报,2017,25(6):35-41.

[9] 李雪冬,江可申,史嵘.我国与“一带一路”国家贸易活动中隐含能耗分解[J]. 国土资源科技管理,2019,36(2):105-121.

(下转第 63 页)