

对外开放与能源利用效率： 基于35个工业行业的实证研究*

广东外语外贸大学国际经济贸易学院 李未无
广东外语外贸大学国际经济贸易研究中心

摘要：中国对外开放和能源利用效率都不断提高。本文先从理论层面探讨对外开放影响能源利用效率的一般机制，然后利用1999-2005年中国35个工业行业的面板数据进行经验研究。回归结果表明，对外开放对能源利用效率的提高具有积极影响。能源强度结构分解结果表明，对能源利用效率提高起主要决定作用的7个高耗能行业，除化学行业外，对外开放度都远低于全部工业的平均水平。因此，在保证国家经济安全的前提下，中国可适度加大高耗能行业的对外开放。

关键词：对外开放；能源利用效率；能源强度结构分解；面板数据计量分析

一、引言

本文围绕以下几个问题展开。我国日益扩大的对外开放与不断提高的能源利用效率之间是否存在必然联系吗？联系机制或途径是什么？哪些工业行业的进一步对外开放对提高能源利用效率最有效？对这些问题深入研究，有助于从能源视角客观评价中国对外开放效益，对今后制定更加合理的外商投资和对外贸易政策，特别是制定提高能源利用效率的政策具有一定意义。

20世纪90年代中期以来，一方面大量外商直接投资不断涌入中国，同时，出口贸易额也快

速扩张。另一方面，我国能源消费总量虽然呈加速增长，但万元GDP能源消耗指标（即能源强度）却呈快速下降态势，从1995年的2.158下降至2002年的1.378，尽管该指标从2003年开始有所上升，2005年达到1.426，但是与1995年相比，还是下降了34%。

如图1所示，外商直接投资、出口贸易与能源利用效率之间表现出一种同向变化的典型特征，即随着外商直接投资和出口贸易的不断增长，能源利用效率不断提高（通过能源强度指标的下降来表现）。本文从以上典型特征出发，分别从理论和经验层面探讨中国对外开放与能源利用

效率之间的关系。

国内外众多学者研究了影响中国能源利用效率的因素。陈书通等（1996）认为中国经济增长中节能贡献率远高于能源消费贡献率，对外贸易、产业结构、产品结构是导致节能贡献率增加的主要原因。Gar-

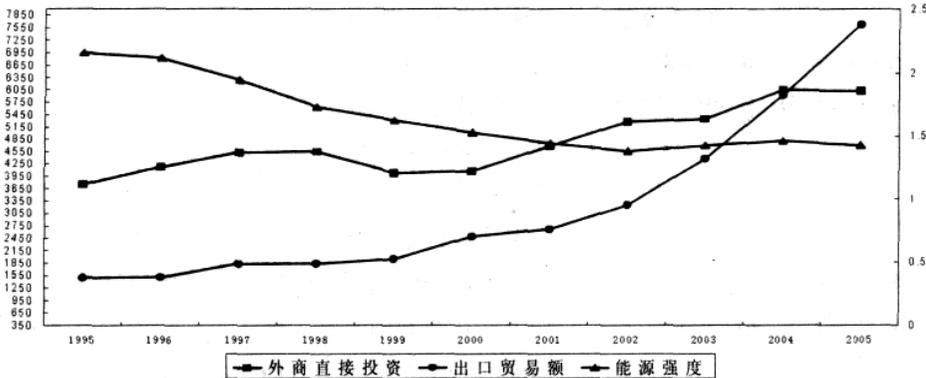


图1 FDI、出口和能源强度变动趋势

资料来源：笔者根据历年《中国统计年鉴》整理计算得到。

*本研究得到广东外语外贸大学科研创新团队项目（项目号GW2006-TB-011）和广东外语外贸大学国际经济贸易研究中心的资助。

李未无：广东外语外贸大学国际经济贸易学院 510260 电子信箱：lww638@tom.com.

baccio (1999) 运用投入-产出分析法研究了 1978-1995 年期间中国能源强度下降的原因, 通过将影响能源强度下降的因素分解为技术变化和结构调整两个方面, 得出产业技术创新是能源强度下降的主要原因。史丹 (2002) 指出, 改革开放以来中国能源利用效率的改进主要是能源经济效率的改进, 对外开放、产业结构和经济体制是导致改革开放以来中国能源利用效率显著改善的三个主要因素。Fisher-Vanden (2004) 利用 1997-1999 年的工业企业面板数据, 得出促使中国能源消费强度下降的因素包括能源相对价格的上升、企业产权改革、能源研发支出和产业结构调整等。Paul Crompton 等 (2005) 认为技术和结构变化、能源价格上涨等因素是引致中国能源利用效率改善的主要因素。魏一鸣等 (2006) 运用结构分解分析方法详细研究了中国经济结构变化与能源强度的相关性, 结论是自 1993 年以后, 中国能源强度下降完全来自技术进步导致的各产业能源利用效率的提高, 而与经济结构变化无关。他们还进一步计算出工业能源强度的下降是整体能源强度下降的主要原因, 而工业能源强度下降几乎全部来自于技术进步导致的效率提高, 工业部门的结构变化几乎不产生影响。Leiming Hang (2007) 认为随着 1985-2004 年中国能源价格管制的逐渐放松, 日益上升的能源价格是促使能源利用效率提高的重要原因。Hua Liao (2007) 指出, 2003-2005 年期间, 高耗能产业的过分扩张和投资过快是导致中国能源强度上升的主要原因。Ying Fan (2007) 利用价格弹性方法, 得出自 1993 年以来, 加速推进的市场化改革是引致中国能源利用效率不断提高的重要因素。

与已有文献相比, 本文专门从对外开放视角探讨中国能源利用效率问题。

二、理论分析

1. 对外开放影响能源利用效率的途径

从理论层面分析, 对外开放影响能源利用效率的一般途径包括以下几种情况。

(1) 进出口贸易商品结构差异。一国大量出口低能耗、高附加值产品, 而进口大宗高耗能产品的国际贸易结构; 或者一国低能耗产品在总出口中的比重日益增加, 而高耗能产品在总进口中的比重

逐步上升, 这样的国际贸易结构显然有利于提高该国能源利用效率。反之则反。

(2) 国际能源价格水平。开放经济条件下, 价格机制起着非常重要的配置能源供求的作用。国际能源市场上石油、天然气、煤炭和电力等的价格水平极大地影响着能源进口国的行为。随着国际能源市场价格水平的不断上升, 能源进口国一般通过调整经济结构和提高技术水平, 努力提高本国的能源利用效率。

(3) 国内能源价格水平。经济全球化下, 跨国公司在全球范围内, 根据不同国家或地区的生产要素成本差异安排生产。如果一个国家的国内能源价格水平长期低于国际市场的价格水平, 一般会导致跨国公司将耗能较高的生产环节或产品安排在该国, 可能使该国能源利用效率偏低。另外, 国内厂家也会利用本国较低廉的能源价格, 大量生产能耗较高的具有比较优势的产品并出口。

(4) 节能技术和资本品进口。一国取得技术进步的途径有两条, 一是依靠本国力量进行研究与开发, 二是从国外购买技术。发展中国家往往缺乏足够的资金和人力进行高风险的技术创新, 最佳途径就是直接引进技术。发展中国家可以通过从国外购买节能技术和蕴含高科技的资本品达到快速提升本国能源利用效率的目的。

(5) 新的国际分工和全球价值链模式。加速推进的经济全球化正在使国际分工日益朝着产业内和产品内的方向发展, 这两种新的国际分工模式的出现使得世界上几乎所有重要产品都已迅速成为由各国拼装的产品, 越来越多的国家卷入由这两种新型国际分工模式造成的垂直分工体系之中。在目前这种垂直化分工体系中, 国际分工的一般规律是: 知识要素丰裕的国家做高端, 人力资本丰裕的国家做中端, 劳动要素丰裕的国家做低端。从全球价值链视角, 处于国际分工高端的国家往往位于全球价值链的高价值环节, 处于国际分工低端的国家往往位于全球价值链的低价值环节。在新的国际分工模式下, 处于全球价值链低端的国家, 在生产中往往消耗更多包括能源在内的各种初级资源, 但是产品的增加值却较低, 这种国家越是加大对外经济开放, 流入的外商直接投资越多, 融入全球价值链的程度越深, 其能源利用效率反而可能会降低。

2.对外开放影响能源利用效率的主要渠道和作用方向

自1978年实行改革开放政策以来，中国融入经济全球化的程度越来越深。根据上面一般意义上的理论分析，结合中国自身的特点，将定性探讨中国日益扩大的对外开放影响能源利用效率的主要渠道和作用方向。

(1) 分析中国历年进出口贸易商品结构。主要是有关高耗能和低耗能产品的进出口结构。我们首先对所谓高耗能和低耗能产品加以定义。高耗能产品是指与黑色、有色、化工、电力、石油加工及炼焦、煤炭采选、非金属矿物制成品等高耗能行业对应的产品，如铁合金、钢材、钢坯、焦炭、电解铝、电石、水泥、火力发电、化肥、合成纤维、乙烯等。低耗能产品是指与烟草、饮料、皮革、服装、家具、文教体育用品、仪器仪表、文化办公用机械、电子及通信设备、电气机械及器材、印刷及记录媒介等低耗能行业对应的产品。

鉴于“黑色金属冶炼与压延加工业”、“化学原料及制成品业”、“非金属矿物制成品”、“石油加工及炼焦业”、“有色金属冶炼与压延加工业”是耗能最高的几个行业，我们给出这几个行业历年出口额占总出口的比重（见表1）。

根据低耗能产品的定义，我们将轻工产品和机电产品作为低耗能产品最重要的两个代表，并给出这两类产品历年出口额占总出口的比重（见表2）。

从表1和表2可以看出，在1996-2005年期间，中国低能耗产品在总出口中的比重越来越高，由1996年的54.29%上升为2005年的62.42%，而高耗能产品在总出口的比重趋于下降。可以推测这样的国际贸易结构有利于中国能源利用效率的提高。

(2) 我国充分利用后发优势，引进国外先进的技术和设备。1990年代中期以来，我国平均每年都花费一百多亿美元用于技术和设备引进。1996年，中国国外技术引进合同总金额是153亿美元，包括引进技术花费22亿美元和引进设备花费124亿美元。其中能源、石化和冶金分别为13.6亿美元、30.7亿美元和13.5亿美元，占比是38%。2005年，中国国外技术引进合同总金额高达190亿美元，其中引进技术花费118亿美元，引进设备花费72亿美元。具体到行业，

采掘业为8.8亿美元，电力煤气占16.6亿美元，而制造业高达109亿美元。鉴于能源、石化、冶金、采掘、电力等这些行业是主要耗能行业，可以推知中国从国外购买大量的先进技术和设备有利于能源利用效率的改善。

(3) 我国从1993年起成为成品油净进口国，1996年起成为原油净进口国，净进口数量不断攀升。2005年我国的原油净进口量高达1.43亿吨，占中国原油消费量的43.9%，能源消费量的9.2%。随着中国原油对外依存度的提高，国际原油价格水平的变化对我国经济的影响越来越大。1996年原油平均价格为每桶18.76美元，2000年以后，原油价格从每桶20美元左右不断上涨。可以推测不断上涨的国际原油价格将对我国能源利用效率起到正面的促进作用。

(4) 在市场化进程和需求增长的推动下，我国各种能源的价格都呈上涨态势。在1995-2005年间，动力煤价格涨了1.18倍、炼焦煤涨了31.6%，原油价格上涨了2.14倍，柴油上涨了1.03倍。但由于我国是以煤炭消费为主的国家，而煤炭价格在国际能源价格体系中相对便宜，所以我国能源价格平均水平低于以石油和天然气为主要能源的国家。一些跨国公司逐渐将耗能较高

表1 历年高耗能产品在出口总额中的比重

(单位：%)

	化学品	金属	石油加工及炼焦	非金属矿物制品
1996	5.88	6.89	2.82	4.88
1999	5.32	6.45	1.22	3.01
2001	5.02	6.05	1.66	3.69
2002	4.71	5.81	1.41	3.02
2003	4.47	5.73	1.61	2.91
2004	4.44	7.37	1.55	2.79
2005	4.69	7.49	1.51	2.75

资料来源：笔者根据历年《中国统计年鉴》计算得到。

表2 历年低耗能产品在出口总额中的比重

(单位：%)

	1996	1999	2001	2002	2003	2004	2005
轻工产品	33.73	30.72	27.57	25.84	23.94	21.39	20.16
机电产品	20.56	26.72	31.89	35.61	39.33	41.76	42.26
合计	54.29	57.44	59.46	61.45	63.27	63.15	62.42

资料来源：笔者根据历年《中国统计年鉴》计算得到。

的生产环节或产品转移到中国。近几年来，跨国公司将化纤、化工原料、造纸等耗能较高的行业逐渐转移到我国就是明显的例证。另外，我国众多本土企业也充分利用我国较低的能源价格水平，大量生产能耗较高的具有比较优势的产品并出口。这可能对我国能源利用效率起到不利的影响。

(5) 中国参与新的国际分工的重要渠道是加工贸易。改革开放以来，尽管加工贸易发展很快，但总体而言，加工环节主要集中在最终产品的组装和低端零部件的配套生产，劳动密集度高，技术含量较低，在核心技术、产品设计、软件支持、关键零部件配套、关键设备和模具以及品牌等环节上，多数被跨国公司的母公司所控制，在全球价值链上处于低端，国内价值链有待进一步延伸。这样的国际分工结构对我国能源利用效率的影响更多是不利的。一方面我国加工贸易处于产业价值链低端的组装环节，该环节没有什么技术难度，主要依靠低廉的劳动、土地、能源等生产要素，附加值偏低；另一方面加工组装环节往往比创新、产品设计、软件支持、市场营销、品牌维护等消费更多的能源。由此我们可以推知我国在目前的国际分工模式和全球价值链中的地位可能不利于能源利用效率的提高。

归纳以来，进出口贸易商品结构、大力引进国外先进技术和设备、不断上涨的国际能源价格水平对中国能源利用效率可能会起到正面的促进作用。而我国能源平均价格低于国际水平、加工贸易处在全球价值链低端对我国能源利用效率可能会起到负面的不利影响。因此，我国日益扩大的对外开放对能源利用效率的总体影响是正面还是负面，只能通过经验研究来检验。

三、计量分析

鉴于从 1990 年代中期到目前为止，一方面我国工业部门能源消费量占全国能源消费总量的比重一直保持在 70% 左右，另一方面外商直接投资和对外贸易主要发生在工业部门，本文将利用中国 35 个工业行业的面板数据进行经验分析，具体包括的 35 个行业参见本文第四部分。

1. 变量描述

根据本文引言部分对我国能源利用效率研究文献的回顾，我们将影响中国能源利用效率（能

源强度）的主要因素归纳为：技术进步、经济结构、能源价格、对外开放等。技术进步最好用科研经费、采用专利数、引进技术费用等指标衡量，由于 35 个工业行业每年的科研经费、采用专利数、引进技术费用等指标数据无法获得，本文只好以包含时间的固定效应面板模型来控制技术进步因素。经济结构因素主要反映产业结构变动对能源利用效率的影响，本文将用各行业工业增加值与工业总增加值之比来度量。能源价格最好用每个工业行业每年的能源综合价格指数，该指数以每个工业行业每年消耗的各种能源占比为权重，对各种能源价格指数求加权平均获得，但我们无法找到计算该指数所需数据。因此，能源价格只能通过面板数据模型中的个体时期变量加以反映。根据对外开放度的含义，我们用各工业行业每年“三资”企业的工业增加值除以各行业每年的工业增加值，该比值用以度量各行业的对外开放度，比值越大表示该行业越开放。最后，根据能源强度的定义，我们用各行业每年的能源消费量除以各行业每年的工业增加值即可得到各行业每年的单位工业增加值能耗量，该指标可以衡量各行业每年的能源利用效率。

2. 数据来源

为了与引言部分描述的特征事实的时间区间一致，计量分析最好从 1995 年开始。但是从 1998 年开始，中国工业统计范围改为全部国有企业及年产品销售收入 500 万元以上企业，工业产品数据没有再按全社会口径范围进行统计，另外 1998 工业部门 35 个行业的三资工业企业增加值数据无法找到，因此本文样本涉及的时间区间为 1999-2005 年，全部数据取自 2000 至 2006 年的《中国统计年鉴》。具体数据指标包括：中国工业部门历年的工业增加值，以及工业部门 35 个行业历年的能源消费量、工业增加值、“三资”企业增加值。为了保证统计结果的可比性，我们把以当年价格计算的各行业工业增加值按不变价格进行调整。至于“三资”工业企业增加值则无需进行不变价格调整，因为我们最后需要的是一无量纲比值。

3. 横截面数据的初步分析

从图 2 和表 3 可以看出，1999、2002、2005 这三年 35 个工业行业的能源强度和开放度总体

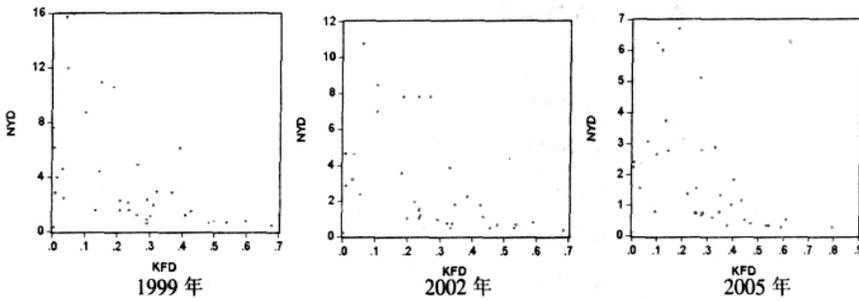


图2 1999、2002、2005年能源强度和开放度散点图

表3 能源强度和开放度的回归结果

年份	开放度系数	t 值	R ²
1999	-10.59	-3.41***	0.26
2002	-7.83	-3.38***	0.26
2005	-4.51	-3.15***	0.23

注：*** 代表 1% 显著性水平。

表4 回归结果

	估计系数	标准差	t 检验值
截距项	4.6859	0.8587	5.4569
X	-5.3695**	2.7511	-1.9518
S	-0.2109	0.2169	-0.9719
固定效应	已控制		
F 值	45.5864***		
R ²	0.9224		

注：*、**、*** 分别代表 10%、5% 和 1% 的显著性水平，表 5 同。

上都成显著的负相关关系，即行业对外开放度越大，其能源利用效率越高。

4. 面板数据计量模型

由于仅以样本自身效应为条件进行分析，不以样本对总体效应进行推论，我们决定采取固定效应面板模型进行回归，初步设定以下形式的计量模型：

$$Y_{it} = \eta_t + \alpha_i + \beta X_{it-1} + \lambda S_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中， Y_{it} 表示第 i 个行业在第 t 年的能源强度值， η_t 表示年份 t 的固定效应， α_i 表示行业 i 的固定效应， X_{it-1} 表示第 i 个行业在第 $(t-1)$ 年的对外开放度， S_{it-1} 表示第 i 个行业工业增加值在第 $(t-1)$ 年的占比， ε_{it} 为个体时期变量或随机误差项。控制变量滞后一期，为的是避免它们与因变量可能存在的同时决定问题。回归结果见表 4。

X 的系数 β 值为 -53695，从 t 检验值来看系数

β 值显著不为零。更进一步分析，由于 β 值为负数，这表明在 1999-2005 年期间，我国工业部门 35 个行业从总体上或平均上看，对外经济越开放，能源强度值越小，即能源利用效率越高。S 的系数 λ 值未通过 t 检验，即在

1999-2005 年期间，我国工业部门 35 个行业的结构变动对提高能源利用效率没有起到显著的作用。

为了进一步证明采用固定效应模型的合理性，我们对上面的面板数据计量模型采用 Hausman 检验来判断固定效应和随机效应模型那种更有效，我们得到的 χ^2 统计值为 97.45，在自由度为 2，5% 的显著性水平下检验显著。结果表明选择固定效应模型确实更恰当。

上面的固定效应面板模型属于变截距常系数模型，这种模型可以给出解释变量对因变量的总体影响，却无法反映出不同行业的独特因素，从而使分析无法深入，而变系数固定效应面板模型能够做到这点。我们用 F 值检验常截距常系数模型、变截距常系数模型、变截距变系数模型， F_1 、 F_2 分别为 33.21 和 36.69，都大于给定显著性水平 5% 的相应临界值。因此，上面利用的变截距常系数模型并非最佳模型，我们设定以下形式的变截距变系数模型：

$$Y_{it} = \eta_t + \alpha_i + \beta_i X_{it-1} + \lambda_i S_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

模型 (2) 与模型 (1) 的区别在于 X_{it-1} 和 S_{it-1} 的系数不再是常数，不同行业具有不同的系数，回归结果见表 5。

表 5 给出了 35 个工业行业中对外开放对能源利用效率有显著影响的 12 个行业，其中包括煤炭、石油开采及加工、化工、非金属矿物品、黑色金属冶炼及加工等高耗能行业。

回归分析表明，从总体或平均意义上，我们无法拒绝中国日益扩大的对外开放对提高能源利用效率具有积极影响的假设，也不能拒绝 12 个工业行业的对外开放有利于这些行业能源利用效率的提高。下面，本文还将借助能源强度结构分解法从另一个视角研究对外开放与能源利用效率之间的关系，通过对回归分析和结构分析结果的

表 5 回归结果

变量	系数	标准差	t 检验值	p 值
煤炭采选业开放度	-166.3443**	75.54706	-2.201863	0.0294
石油和天然气开采业开放度	-21.56153*	12.18241	-1.769891	0.079
饮料制造业开放度	-10.33231***	3.791532	-2.7251	0.0073
家具制造业开放度	-44.78556***	13.79987	-3.24536	0.0015
石油加工及炼焦业开放度	-46.87549***	9.657888	-4.853596	0
化学原料及制品制造业开放度	-60.70617***	13.5144	-4.491963	0
化学纤维制造业开放度	-52.09147***	12.75942	-4.082589	0.0001
非金属矿物制品业开放度	-40.96892***	12.43367	-3.294999	0.0013
黑色金属冶炼及压延加工业开放度	-328.3941***	33.37133	-9.840606	0
电气机械及器材制造业开放度	-20.32567*	12.54708	-1.619953	0.1076
电子及通信设备制造业开放度	-8.572884*	4.829246	-1.775201	0.0781
自来水的生产和供应业开放度	-20.49523**	8.673647	-2.362931	0.0196
R ²	0.96845			
F 值	54.8461			

相互印证，可使本文结论更具有稳健性。

四、能源强度结构分解

1. 能源强度结构分解法

能源利用效率一般用能源强度指标来代表，能源强度是指生产单位国内生产总值所消耗的能源投入量，其数值越小表示能源利用效率越高。所谓结构分解法是指将一个目标变量的变化分解成若干个组成要素的变化，进而计算出各种要素影响程度的高低，找出影响力较大的因素。

本文的能源强度结构分解法将采用 Sun (1998) 提出的无残差完全分解法。魏一鸣等 (2006) 运用该方法研究了中国经济结构变化与能源强度之间的相关性。他们指出，总体能源强度取决于两个因素：一个是各产业的能源强度，反映了各产业能源利用效率的高低，可称之为能源强度变化的效率份额。本文将之称为能源技术进步效率，主要指由生产技术、产品生产工艺和技术装备所决定的能源效率；另一个是产业结构，反映了各产业在国民经济总量中所占的比重，可称之为能源强度变化的结构份额。本文将之称为能源经济效率，主要指经济结构、产业结构、产品结构所带来的能源效率提高。

令 e_i^0 表示第 i 个产业在基期的能源强度， e_i

表示第 i 个产业在第 n 期的能源强度， y_i^0 表示第 i 个产业基期产值占全部产业基期总产值的比重， y_i^n 表示第 i 个产业第 n 期产值占全部产业第 n 期总产值的比重，另假定共有 M 个产业部门， N 个时期，则能源强度的变化可分解为结构份额和效率份额，它们分别表示如下。

结构份额为：

$$\frac{\sum_i e_i^0 \cdot (y_i^n - y_i^0)}{\sum_i e_i^0 \cdot y_i^n - \sum_i e_i^0 \cdot y_i^0}, \quad (i=1, 2, \dots, M; n=1, 2, \dots, N)$$

效率份额为：

$$\frac{\sum_i y_i^0 \cdot (e_i^n - e_i^0)}{\sum_i e_i^0 \cdot y_i^n - \sum_i e_i^0 \cdot y_i^0}, \quad (i=1, 2, \dots, M; n=1, 2, \dots, N)$$

能源强度变化中的结构份额和效率份额分别表示，从基期以来能源强度变化总量中，结构变化和技术进步分别提供的贡献率。结构份额和效率份额为正值时，表明其影响方向与能源强度的变化是同向的，如果为负值，表示其影响方向与能源强度的变化方向相反。

对外开放一方面会导致一国产业结构、产品结构和贸易结构等发生变化，通过结构效应影响能源利用效率；另一方面，对外开放往往引致一国的生产技术、管理水平、工艺流程和技术装备等发生变化，通过技术效应影响能源利用效率。因此，把能源强度结构分解结果与对外开放指标进行对比分析，就能间接地获得对外开放影响能源利用效率的程度高低，并可给出具体数值。

2. 利用能源强度结构分解法度量中国对外开放影响能源利用效率的程度

我们将利用中国工业部门35个行业数据，运用能源强度结构分解法研究对外开放影响能源利用效率的程度。

本部分样本数据全部取自1999至2006年的《中国统计年鉴》，具体样本包括中国工业部门35个行业历年的工业增加值和能源强度，这35个行业包括：煤炭采选业(G1)、石油和天然气开采业(G2)、黑色金属矿采选业(G3)、有色金属矿采选业(G4)、非金属矿采选业(G5)、食品加工业(G6)、食品制造业(G7)、饮料制造业(G8)、烟草加工业(G9)、纺织业(G10)、服装及其他纤维制品制造(G11)、皮革毛皮羽绒及其制品业(G12)、木材加工及竹藤棕草制品业(G13)、家具制造业(G14)、造纸及纸制品业(G15)、印刷业记录媒介的复制(G16)、文教体育用品制造业(G17)、石油加工及炼焦业(G18)、化学原料及制品制造业(G19)、医药制造业(G20)、化学纤维制造业(G21)、橡胶制品业(G22)、塑料制品业(G23)、非金属矿物制品业(G24)、黑色金属冶炼及压延加工业(G25)、有色金属冶炼及压延加工业(G26)、金属制品业(G27)、普通机械制造业(G28)、专用设备制造业(G29)、交通运输设备制造业(G30)、电气机械及器材制造业(G31)、电子及通信设备制造业(G32)、仪器仪表文化办公用机械(G33)、电力

蒸汽热水生产供应业(G34)、自来水的生产和供应业(G35)。

(1) 1999-2002-2005年中国工业部门能源强度变化态势

从1999到2005年几乎所有行业的能源强度都有不同程度的下降(见图3)。从1999-2002年，下降幅度最大的几个行业依次是“黑色金属冶炼与压延加工业”、“石油加工及炼焦业”、“非金属矿物制品业”、“煤炭采选业”、“化学原料及制品制造业”。从2002-2005年，下降幅度最大的几个行业依次是“化学纤维制造业”、“黑色金属冶炼与压延加工业”、“有色金属冶炼与压延加工业”、“化学原料及制品制造业”、“石油加工及炼焦业”。鉴于这些行业都是耗能大户，因此它们在工业能源强度下降中起到了主要推动作用。

(2) 中国工业能源强度结构分解结果

第一，总体结构份额和效率份额。根据能源强度结构分解法计算式，可以算出1999-2002年中国工业能源强度变化中的结构份额和效率份额分别为1.47%和98.53%，1999-2005年工业能源强度变化中的结构份额和效率份额分别为-21.8%和121.8%。从这四个数据可以推知：首先，在1999-2005年期间，中国工业能源强度下降的主要贡献来自各行业技术效率的提高，工业结构变化对能源强度下降的贡献很小甚至是负效应。其次，1999-2002年中国工业能源强度变化中的结构份额为1.47%，但是1999-2005年的结构份额变为-21.8%，这说明2002年以后，中国工业结构变

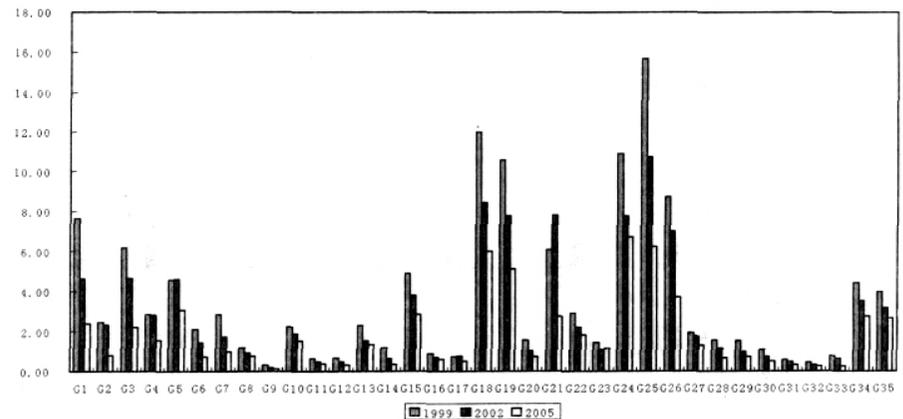


图3 1999-2002-2005年35个工业行业能源强度变化态势

资料来源：笔者计算得到。

化对能源利用效率起负作用，这显然与 2002 年以后中国重化工业行业的增长过快有关。

鉴于中国工业能源强度变化主要源于各行业内部技术效率的提高，因此有必要对各行业能源强度变化中来自结构贡献份额和技术效率贡献份额进行详细的计算分析。

第二，35 个工业行业结构和技术效率变化对能源强度的影响度。按照能源强度结构分解法，我们算出 35 个行业结构变化和技术效率提升引致的能源强度变化量，详见图 4。

在 1999-2005 年期间，工业行业的结构变化对能源强度的影响是负面的，即相对于 1999 年，2005 年的工业结构发生了不利于能源利用效率提高的变化，最主要原因在于，2005 年“黑色金属冶炼与压延加工业”、“煤炭采选业”、“有色金属冶炼与压延加工业”、“化学原料及制品制造业”等高耗能行业增长过快。

在效率变动方面，1999-2005 年期间，所有行业的技术效率都有不同程度的提高，并推动工业能源强度的下降。其中“黑色金属冶炼与压延加工业”、“化学原料及制品业”、“煤炭采选业”、“非金属矿物制成品”、“石油加工及炼焦业”、“有色金属冶炼与压延加工业”、“电力蒸汽热水生产供应业”等行业在工业能源强度下降中起主要的推动作用，这 7 个行业的技术效率变化对工业能源强度变化的影响份额占到约 90%，而其他 28 个行业的效率变化所占影响份额总共只有 10%。

(3) 对外开放对提高能源利用效率的贡献

通过分析 35 个工业行业的对外开放指标，我们发现对外开放度最高的行业包括：“通信设备、计算机及其他电子设备制造业”、“交通运输设备制造业”、“电气机械及器材制造业”、“纺织业”、“通用设备制造业”和“化学原料及化学制品制造业”等。对

外开放度低于全部工业平均开放水平的行业包括：“黑色金属冶炼与压延加工业”、“煤炭采选业”、“非金属矿物制成品”、“石油加工及炼焦业”、“有色金属冶炼与压延加工业”和“电力蒸汽热水生产供应业”等。结合上面 35 个工业行业结构变化和效率变动对能源强度的影响分析，可以推知对外开放所带来的结构变化对能源强度下降的影响很小。另外，由于对能源强度下降起主要决定作用的“黑色金属冶炼与压延加工业”等 7 个高耗能行业，除“化学原料及制品业”以外，对外开放度都远低于全部工业的平均开放水平，因此对外开放所带来的效率变动对能源强度下降的影响也较小。

五、结论和政策含义

1990 年代中期以来，中国对外开放和能源利用效率都在不断提高。本文从这一典型特征出发，深入探讨对外开放与能源利用效率之间的关系，得到以下结论和政策含义。

(1) 从理论层面分析对外开放影响能源利用效率的一般途径，具体包括进出口贸易商品结构差异、国际能源价格水平、国内能源价格水平、节能技术和资本品进口、新的国际分工和全球价值链模式。结合我国自身特点，本文认为我国低能耗产品在总出口中的比重越来越高，高耗能产品在总出口中的比重趋于下降的对外贸易结构、大力引进国外先进技术和设备、不断上涨的国际能源价格水平对我国能源利用效率可能会起到正面的促进作用。而中国能源价格平均水平低于国

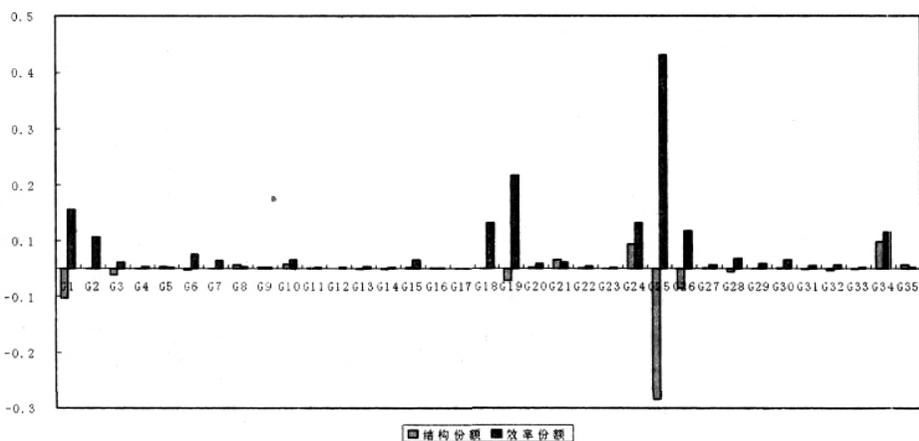


图 4 1999-2005 年各行业的结构份额和效率份额

资料来源：笔者计算得到。

际能源价格平均水平、中国加工贸易处在国际产业价值链低端对中国能源利用效率可能会起到负面的不利影响。

(2) 通过分析1999、2002、2005这三年35个工业行业的横截面数据,发现能源强度和开放度总体上都成显著的负相关关系,即行业对外开放度越大,其能源利用效率越高。1999-2005年面板数据回归结果表明,从总体或平均意义上,我们无法拒绝对外开放对能源利用效率提高具有积极影响的假设。能源强度结构分解结果表明,对能源利用效率提高起主要决定作用的7个高耗能行业,除化学行业以外,对外开放度都远低于全部工业的平均开放水平。

(3) 面板数据回归与能源强度结构分解能够互相印证。回归分析表明,不能拒绝12个工业行业的对外开放有利于这些行业能源利用效率的提高。在12个工业行业中,主要包括煤炭、石油开采及加工、化工、非金属矿物品、黑色金属冶炼及加工等高耗能行业。这说明尽管高耗能行业对外开放度远低于全部工业的平均开放水平,但它们逐年增长的开放度对能源利用效率提高的影响,从统计角度来看是无法拒绝的。能源强度结构分解结果表明,对能源利用效率提高起主要决定作用的正是那几个高耗能行业。高耗能行业成为两种经验分析结果的交集,这表明面板数据回归与能源强度结构分解在一定程度上能够互相印证。另外,回归分析和能源强度结构分解结果都表明结构因素对能源利用效率的提高几乎没有影响。

本文政策含义是,为了有效提高能源利用效

率,在保证国家经济安全的前提下,可适度加大高耗能行业的对外开放力度。鉴于我国钢铁、有色、电力、化工等高耗能行业单位产品能耗比世界先进水平平均高40%以上,引进世界先进水平的外企可以直接提升中国能源利用效率,另外,这也表明目前中国高耗能行业的企业平均存在40%的节能空间,通过竞争机制和示范效应,这些企业能够为提高能源利用效率做出应有的贡献。

[参考文献]

- 史丹, (2002) “我国经济增长过程中能源利用效率的改进,” 《经济研究》第9期。
- 魏一鸣, (2006) 《中国能源报告(2006)》, 科学出版社。
- 张卓元, (2005) “深化改革, 推进粗放型经济增长方式转变,” 《经济研究》第11期。
- Crompton, P., (2005) “Energy Consumption in China: Past Trends and Future Directions,” *Energy Economics* 27.
- Fisher-Vanden, K., (2004) “What is Driving China’s Decline in Energy Intensity?” *Resource and Energy Economics* Vol.26, issue 1.
- Garbaccio, R.F., (1999) “Why Has the Energy-output Ratio Fallen in China?” *The Energy Journal* 20.
- Hua Liao, (2007) “What Induced China’s Energy Intensity to Fluctuate:1997-2006?” *Energy Policy* 35, 4640-4649.
- Leiming Hang, (2007) “The Impacts of Energy Prices on Energy Intensity: Evidence from China,” *Energy Policy* 35, 2978-2988.
- Sun, J.W., (1998) “Changes in Energy Consumption and Energy Intensity: A complete Decomposition mode,” *Energy Economics* 20.
- Ying Fan, (2007) “Can Market Oriented Economic Reforms Contribute to Energy Efficiency Improvement? Evidence from China,” *Energy Policy* 35, 2287-2295.

(责任编辑 蒋荣兵)

Opening-up and Energy Utilizing Efficiency: Evidence from 35 Industries in China

LI Wei-wu

Abstract: Since mid 1990s, opening-up and energy utilizing efficiency in China have been increasing. This paper firstly addresses theoretically how opening-up influences energy utilizing efficiency, and then utilizes the panel data of 35 industries between 1999 and 2005 to research empirically. The paper finds that opening-up improves energy utilizing efficiency. Energy intensity structure decomposition indicates the degree of opening-up of 7 high energy consumption industries, excluding chemical industry, is smaller than the average. In order to increase energy utilizing efficiency effectively, China should increase moderately the degree of opening-up of high energy consumption industries.

Keywords: Opening-up; Energy utilizing efficiency; Structure decomposition; Panel data