

沈小波 曹芳萍

外商直接投资、技术溢出与中国的能源强度

——基于中国省域面板数据的经验研究

内容提要：本文利用我国 29 个省级行政单位 1995-2007 年的数据，考察了 FDI 流入通过技术溢出对我国能源强度的影响。结果显示，FDI 流入一定程度上能降低中国的能源强度，但统计上并不显著。这说明 FDI 流入在中国并没有产生节约能源的溢出效应。为了提高包括我国在内的发展中国家的能源效率，发达国家应加大节能减排技术转让的力度，发展中国家也要加强自主创新，增加研究与开发支出，以提高吸收外国先进技术的能力。

关键词：外商直接投资 技术溢出 能源效率

对发展中国家来说，来自发达国家的 FDI 产生的技术溢出可能提升发展中国家的减排技术。技术溢出是一个广泛的过程的集合，覆盖了知识、经验和设备在不同利益相关者，如政府、私人部门实体、金融机构、非政府组织，以及教育研究机构之间的流动。国际技术溢出和扩散的渠道有多个，最主要的是由国际资金流支持的渠道。随着经济全球化程度的日益加深，由跨国公司进行的 FDI 在国际技术溢出中的作用受到了特殊关注。中国既是世界最大的二氧化碳排放国，又是 FDI 流入最多的发展中国家。中国想要缓解二氧化碳排放增长，一是优化能源结构，降低煤炭、石油等化石燃料在初级能源消费中的比重，提高清洁能源、新能源比重，二是提高能源利用效率，降低单位 GDP 的能源消耗。尽管人们相信技术进步能在减缓气候变化中的重要作用，但是人们还不太知道通过 FDI 的技术溢出对中国的能源效率有何影响。因此，从经验上探讨 FDI 技术溢出与中国能源效率之间的关系就很有必要。

一、外商直接投资、技术溢出与能源强度的理论分析

在有关经济增长、贸易和环境的文献中，把经济活动对污染的影响分解成规模、结构和技术效应，已经变得非常普遍。Michael Hubler 和 Andreas Keller(2009)把经济活动分为具有不同能源强度的两个部门：工业部门和非工业部门。非工业部门的能源强度定义为该部门能源利用与部门产出价值的比率，用 $e(A)$ 表示，这里 A 表示非工业部门的平均技术水平。假设工业部门的能源强度总是比 $e(A)$ 高 μ 倍。如果用 GDP 度量总产出，且用 IND 表示工业增加值在总产出中的份额，则总的能源利用可以写为：

$$E = GDP[\mu \cdot IND + (1 - IND)]e(A) \quad (1)$$

从式(1)可以看出，一个国家的能源消费可以分解成三个因子：经济活动的规模(GDP)、经济活动中能源密集部门的份额(IND)、所用技术的能源强度($e(A)$)。显然，第一项是规模效应，第二项是结构效应，第三项是技术效应。规模效应

可以直接用可观察变量 GDP 的变化来度量，因为 FDI 流入会刺激经济增长进而影响能源消耗，结构效应，即能源密集部门在生产中相对重要性的变化，如果 FDI 流入改变了一个经济体的部门结构，则它也会对结构效应做出贡献；技术效应包括了 FDI 带来或引致的新技术或新管理方法对产业升级和能源利用的正面影响。

因此， FDI 对发展中国家的经济发展、能源效率和环境绩效有巨大的影响潜力，不仅直接地通过使用现代的、能源高效的、环境清洁的技术，以及现代能源环境管理惯例和知识的溢出，而且间接地通过能被其他投资者所借鉴的其他范例。

二、外商直接投资与中国能源强度率变化趋势

中国作为世界上经济增长最快的国家，凭借低廉的劳动力成本和较高的劳动力素质，以及庞大国内市场等优势，吸引了数量巨大的 FDI ，目前中国是吸引 FDI 最多的发展中国家。1980 年代，中国的改革开放事业刚刚起步，吸引的 FDI 还微不足道，但从 1980 年代后期开始，中国吸引的 FDI 快速增长，1992 年，中国利用的 FDI 首次超过 100 亿美元，达 110.07 亿美元，2008 年，中国 FDI 流入量已经超过 1000 亿美元，达 1083.12 亿美元。

能源强度通常用生产单位 GDP 所消耗的初级能源的数量来衡量。在过去 30 年中，中国在降低能源强度方面取得了显著成就。从 1980 年到 2000 年，中国的能源消耗总量翻了一番，从约 6.03 亿吨标准煤增加到 13.86 亿吨标准煤，年均增长 4.2%。同期，中国 GDP 总量翻了两番，年均增长速度达 9.7%。这说明同期中国的能源效率有很大改进。从 2000 年开始，随着中国经济开始新一轮强劲增长，特别是重化工业开始快速扩张，单位 GDP 能耗出现恶化趋势。在这种形势下，《十一五规划纲要》提出“十一五”期间单位 GDP 能源消耗下降 20% 的目标。在该目标的强制约束下，总体上看中国能源效率有了一定改善，但主要能耗产业部门的能源效率仍然低于国际先进水平。在提高能源效率、节约能源消耗方面，中国依然有很大的提升空间。

三、外商直接投资对中国能源强度的影响：实证分析

(一)模型设定

一个国家或地区的能源强度 $e(A)$ 取决于其累积的国内投资、 FDI 流入量、进口水平，以及人均收入水平。能源强度 $e(A)$ 可表述为函数：

$$e(A) = f(G_t, G_{FDI}, G_{IM}, YPC) \quad (2)$$

G_t 表示一个国家或地区累积的国内总投资, G_{FDI} 表示累积的 FDI 流入量, G_{IM} 是累积的进口额, YPC 为 人均 GDP。

我们对方程 (2) 使用乘法形式, 再把它代入方程 (1), 并对其左右两边同时除以 GDP, 然后取对数, 再取一阶差分, 得到:

$$\Delta \ln EI_{it} = (\mu - 1)\Delta \ln D_{it} + \alpha_1 \frac{I_{it}}{Y_{it}} + \alpha_2 \frac{FDI_{it}}{G_{FDI_{it}}} + \alpha_3 \frac{IM_{it}}{G_{IM_{it}}} + \alpha_4 \Delta \ln YPC_{it} \quad (3)$$

我们假设累积的投资流量、累积 FDI、累积进口额都与相应年份的 GDP 成比例, 如, $G_{it} = \sigma_1 Y_{it}$, 则方程 (3) 可写为:

$$\Delta \ln EI_{it} = (\mu - 1)\Delta \ln D_{it} + \frac{\alpha_1}{\sigma_1} \frac{I_{it}}{Y_{it}} + \frac{\alpha_2}{\sigma_2} \frac{FDI_{it}}{Y_{it}} + \frac{\alpha_3}{\sigma_3} \frac{IM_{it}}{Y_{it}} + \alpha_4 \Delta \ln YPC_{it} \quad (4)$$

为了方便, 我们用 I_{it} 、 FDI_{it} 、 IM_{it} 分别表示其在 GDP 中所占份额, 则 (4) 式可表达为:

$$\Delta \ln EI_{it} = \underbrace{\beta_1 \Delta \ln D_{it}}_{\text{结构效应}} + \underbrace{\beta_2 I_{it}}_{\text{老资本效应}} + \underbrace{\beta_3 FDI_{it}}_{\text{技术转让}} + \underbrace{\beta_4 IM_{it}}_{\text{收入诱致技术效应}} + \beta_5 \Delta \ln YPC_{it} \quad (5)$$

上式中, DFI_{it} 和 IM_{it} 的系数包括了国际技术转移对能源强度变化的影响, 而 I_{it} 的系数包括了国内累积资本的效应, 结构效应由 $\Delta \ln D_{it}$ 所把握, 收入诱致技术效应由人均收入的相对变化所捕捉。如果 $\beta_3 < 0$, 其解释是直观的: 某年的 FDI 流入量降低了能源强度的相对变化, FDI 流入量的强度越大, 能源强度的相对下降也越高。进口的系数可以按相同的方式解释。

(二) 数据来源及处理

我们收集了我国 29 个省、市(自治区) 1995-2007 年的数据。所需数据全部来自相关年份的《中国统计年鉴》、《中国能源统计年鉴》、《中国贸易外经统计年鉴》, 以及 CEIC 中国经济数据库。能源强度: 用初级能源消费总量除以 GDP, GDP 按 1990 年不变价格计算。工业增加值份额: 工业增加值除以 GDP, 工业增加值和 GDP 都按 1990 年不变价格计算。进口占 GDP 比重: 用各年进口额乘以当年人民币兑美元中间价汇率, 再除以相应年份 GDP, 进口额和 GDP 都按 1990 年 GDP 指数平减。FDI 占 GDP 比重: 用各年 FDI 流入量乘以相应年份人民币兑美元中间价汇率, 再除以相应年份 GDP。投资占 GDP 的份额用当年资本形成额除以当年现价 GDP。人均 GDP 用按 1990 年不变价格计算的各省各年的 GDP 除以各省相应年份年末总人口。为了剔除经济周期对人均 GDP 的影响, 我们用当期及滞后两期人均 GDP 的算术平均值作为人均 GDP 的替代。

(三) 检验结果

由于不同省区之间能源强度的变化有很大的差异性, 考虑了未观察到的个体效应, 我们做了数据可混合性似然比检验。检验拒绝了横截面固定效应是冗余的原假设。为了在固定效应和随机效应之间进行选择, 我们进行了 Hausman 检验, 该检验排除了随机效应的存在。因此, 我们只估计横截面

表 1 固定效应模型估计

解释变量	总体	东部	中部	西部
常数项	-0.380 [*] (-1.66)	-0.559 (-1.40)	-0.347 (-1.15)	-0.460 (-0.84)
$\Delta \ln D$	0.058 ^{***} (3.05)	0.062 ^{**} (2.50)	0.069 ^{**} (2.07)	0.046 (0.99)
I/GDP	0.022 ^{***} (4.22)	0.024 ^{***} (2.76)	0.024 ^{**} (2.57)	0.025 ^{**} (2.00)
IM/GDP	0.009 [*] (1.66)	0.009 [*] (1.88)	0.026 (0.56)	-0.049 (-0.84)
FDI/GDP	-0.022 (-0.91)	-0.018 (-0.79)	-0.035 (-0.38)	-0.052 (-0.42)
$\Delta \ln YPC$	-0.5398 ^{***} (-4.76)	-0.5848 ^{***} (-3.34)	-0.8136 ^{***} (-4.23)	-0.2030 (-0.83)
调整 R ²	0.377	0.369	0.327	0.334

注: 依变量: $\Delta \ln EI$; 括号中数值为 t 统计量; *, **, *** 分别表示在 10%、5% 和 1% 水平上显著。东部地区包括北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、广西、海南; 中部地区包括山西、内蒙古、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南; 西部地区包括重庆、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆。

固定效应模型, 表 1 给出了估计结果。

四、结论及对策建议

由结论结果可知, 核心变量 FDI/GDP 的系数虽然为负值, 但统计上不显著, 这意味着即使 FDI 流入存在溢出效应, 也是非常弱的。由于我国 FDI 流入主要集中在东部地区, 所以我们分别利用东部、中部和西部地区的样本数据对方程 (5) 进行估计, 其结果见表 1 第三、第四和第五列。结果表明, 在东、中和西部地区, FDI/GDP 的系数都为负值, 但在统计上也不显著。不论就总体来看, 还是就东部地区而言, IM/GDP 的系数都为 0.009, 且在 10% 的水平上显著。这意味着进口占 GDP 的比重提高 1%, 能源强度的相对变化率会提高 0.009%。在西部地区, IM/GDP 的系数虽然为负, 但统计上并不显著。

FDI 和进口并没有表现出很强的能源节约技术溢出效应。究其可能原因: 一是跨国公司并没有向中国企业转移先进技术; 二是我国企业普遍不重视自主研发有很大关系, 只有具备较高的研究与开发支出或人力资本水平, 才能使一个企业更好地理解并评估新技术的发展趋势和创新并吸收外国的先进技术。

工业增加值占 GDP 的比重来看, 其系数为正值, 且除西部地区外, 其余回归都在统计上显著, 这说明工业增加值份额确实是影响我国能源强度的重要因素。就国内投资占 GDP 的比重来说, 不论是总体回归, 还是东、中、西部回归, 其系数为正且在统计上显著, 这说明国内新资本投资反而加大了能源强度的相对变化, 这可能是由于能源密集部门的扩张更快。就收入诱致的技术进步效应来看, 变量 $\Delta \ln YPC$ 的系数在总体回归中为 -0.5398, 且在 1% 水平上显著, 这说明人均 GDP 的相对变化提高 1%, 则能源强度的相对变化下降 0.5398%。我们也注意到, 在东部和中部地区, 收入诱致的技术进步效应也是非常明显的。在西部地区, 人均 GDP 的提高虽然也会降低能源强度的相对变化, 但在统计上并不显著。这可能与西部地区社会经济相对落后有关。

本文的结论意味着在应对气候变化的国际技术合作中, 如果发达国家想把 FDI 作为技术转移和资金援助的重要渠道, 那就应该进一步加大技术转移力度, 特别是要向发展中国家提供先进的节能减排技术, 而不应把知识产权保护作为技术转移的严格条件。同时, 包括中国在内的发展中国家也要积极进行自主研发, 增加研究与开发支出, 以提高吸收外国先进技术的能力。

参考文献:

- [1] 世界银行. 国务院发展研究中心产业经济研究部. 机不可失: 中国能源可持续发展[M]. 中国发展出版社, 2007
- [2] 李未无. 对外开放与能源利用效率: 基于 35 个工业行业的实证研究[J]. 国际贸易问题, 2008(6)
- [3] 尹成宗, 丁日佳, 江激宇. FDI、人力资本、R&D 与中国能源效率[J]. 财贸经济, 2008(9)
- [4] ANTWEILER, W., B.R. COPELAND, and M.S. TAYLOR. Is Free Trade Good for the Environment?. The American Economic

(作者单位: 沈小波, 厦门大学中国能源经济研究中心; 曹芳萍, 北京林业大学经济管理学院)