
FDI、环境监管与能源消耗： 基于能耗强度分解的经验检验

张 宇 蒋殿春*

内容提要 本文从外资进入对中国能源消耗所产生的影响这一基本问题出发,通过构造特定的能耗强度指标对各地区的能耗状况进行评价,并将其进一步分解得到影响能耗强度变动的产业结构、总体技术进步与地区相对技术进步指标。以此为基础对外资进入与政府监管在地区能耗强度变化过程中所起到的作用,以及外资进入与政府监管之间的相互反馈作用进行经验检验。结果表明,外资企业的进入并未引起中国产业结构向高能耗行业转移,同时外资的流入显著促进了当地和其他地区节能技术的应用,并对当地的环境监管起到明显的强化作用。尽管外资流入会通过弱化其他地区的环境监管引起这些地区能耗强度的提升,但其在节能降耗方面的总体影响仍是积极的。

关键词 能源消耗 环境监管 外商直接投资

一 引言

改革开放以来,中国经济经历了30年的高速增长,但高投入和高消耗的粗放型增长模式造成了沉重的资源与环境压力,能源消耗的不断增长便是这种压力的集中表现之一。根据国际能源机构(International Energy Agency, IEA)的统计,2009年中国全年

* 张宇:南开大学国际经济研究所 天津市南开区卫津路94号南开大学经济学院12层 300071 电子邮箱:zhangyu_nk@126.com;蒋殿春:南开大学国际经济研究所。

本文感谢南开大学基本科研业务费专项基金项目“财政分权、市场分割与FDI的区域内及区域间技术溢出效应”(NKZXB10038)的资助。感谢匿名审稿人对本文提出的中肯意见。当然,文责自负。

能源消耗总量达到 22.52 亿吨标准油,超过美国 4 个百分点,成为世界第一大能源消费国。尽管该数据的准确性受到国内有关机构的质疑,^①但折射出中国能源消耗水平激增的现实。在能耗水平不断攀升的过程中,外商直接投资(Foreign Direct Investment, FDI)作为中国经济增长重要推动力之一,其作用也引起了学术界越来越多的关注。

参照 FDI 对环境影响的“污染光环(pollution halo)”论和“污染避难所(pollution haven)”论,跨国公司在东道国的投资行为对能源消耗的影响在理论上存在正反两方面的可能。

“污染光环”假说主要从 FDI 所承载的先进技术出发对 FDI 的环境效应给予正面评价,该假说认为,在发展中国家进行投资的跨国公司可以向东道国传播更为绿色清洁的生产技术,提升其生产的环保水平。Eskeland 和 Harrison(2003)从跨国公司自身的技术水平出发,认为在发展中东道国进行投资的跨国公司,通过采用较东道国企业更先进的环保技术和环境控制标准改善了东道国的环境状况;Porter 和 Van der Linde(1995)与 Letchumanan 和 Kodama(2000)则从环保技术溢出角度研究,认为跨国公司对东道国企业能起到示范和带动效应,使东道国环境得到改观;Wayne 和 Shadbegian(2002)与 Liang(2006)也指出,外资企业可以通过技术示范与外溢效应提高东道国当地企业的生产效率,实现要素与资源投入的节约,从而有助于改善东道国环境质量。这一分析框架可以用于 FDI 与东道国能源消耗的讨论,如 Mielnik 和 Goldemberg(2002)以 20 个发展中国家为样本研究发现,能源强度随 FDI 的增加而显著降低,且主要原因来自于 FDI 的技术溢出效应;Keller(2004)则用相关案例阐明,在发展中国家投资的外国企业倾向于使用比本土企业更高效的节能技术;Eskeland 和 Harrison(2003)与 Fisher-Vanden 等(2004)也分别用企业数据证实外资企业具有较发展中国家本土企业更低的能耗水平。此外,一些研究也从碳排放和能源效率的角度证实了 FDI 在降低东道国能耗水平方面的积极作用(Fisher-Vanden 等,2006;Acharkyya, 2009)。针对中国的研究也有相当部分支持 FDI 在降低能耗方面具有积极作用。如 Wang 和 Jin(2002)在对中国 1000 多个三资企业的污染排放物进行研究后认为,外资企业采用了更为先进的技术且在能源使用上更加有效;张贤和周勇(2007)则利用空间计量方法证实了 FDI 不仅会显著降低本地区的能源强度,而且在空间上具有明显的溢出效应。

^① 据国家发改委能源研究所测算,中国 2009 年的能源消耗约折合 21.4 亿吨标准油,略低于 IEA 公布的数字。详见中国经济网报道 http://www.ce.cn/xwzx/gnsz/gdxw/201008/03/t20100803_21683293.shtml。

与“污染光环”假说相对立,“污染避难所”假说更多的是从跨国公司的产业转移行为出发阐述了 FDI 对东道国环境的负面影响。Walter 和 Ugelow(1979)曾较早指出,发展中国家相对宽松的环境监管以及相对丰裕的环境资源会使其在污染密集型贸易品的生产方面具有比较优势,并造成污染性产业向发展中国家转移。此后,经 Baumol 和 Oates(1988)论证,“污染避难所”假说获得了相对完善的理论支撑。在该假说看来,发达国家的企业因面临严苛的环境管制,往往需要在污染治理和环境保护方面投入更多成本。在这种情况下,发展中国家相对宽松的环保政策就成为吸引外资流入的重要因素。通过 FDI,跨国公司可以将能耗及污染密度相对较高的产业与生产环节转移到发展中国家,或在发展中国家采取相对较低的环境控制技术进行生产,从而实现污染处理费用与生产成本的下降(Taylor,2004)。该理论在能耗分析方面也同样不乏相关的经验证据。如 Hübler 和 Keller(2010)以 60 个发展中国家为样本,在控制了影响能源需求的各种因素后发现,没有证据表明外资流入可以降低发展中国家的能耗强度,而来自国外的发展援助则与发展中国家的能源效率提升存在正相关关系。赵晓丽等(2007)的研究也证实了 FDI 正向高能耗行业集中。而滕玉华和陈小霞(2009)的研究则发现 FDI 的进入会降低工业行业的能源效率。

理论与经验研究结果的莫衷一是意味着我们需要从更深层次来探讨 FDI 与东道国能耗之间的关系。仔细审视“污染光环”和“污染避难所”两种理论可以发现,二者之间看似针锋相对的矛盾并非无法调和,至少存在如下两个关键节点可以探寻其内在联系。

首先,根据 Grossman 和 Krueger(1995)与 De Bruyn(1997)的经典分析,一国的环境污染状况可以拆解为生产规模、产业结构与环保技术三个因素。^①就此分析框架来看,“污染光环”和“污染避难所”理论分别强调了两个不同层面的问题:前者着重于 FDI 的技术进步效应,而后者则更多地聚焦于 FDI 引发的产业结构及经济规模变动。这也意味着 FDI 的流入极有可能在东道国扮演着“天使”与“魔鬼”的双重角色,同时满足对“污染光环”论和“污染避难所”论的描述:一方面,跨国公司向发展中国家转移的高污染和高耗能产业或生产环节给东道国的环境资源带来沉重的负担;另一方面,在相应的产业内部跨国公司却可以凭借其技术、工艺和标准的优势提升东道国产业的环境友好程度。基于这一分析,FDI 对东道国环境的影响本身可能就是一个颇具“混合性”色彩的问题。

^① Hübler 和 Keller(2010)将这种分析框架移植到了 FDI 对能源强度影响的分析中。

其次,从理论机制来看,FDI的流入对东道国能耗的影响究竟是遵从“污染光环”论还是“污染避难所”论,关键在于东道国政府对环境监管的严格程度。环境监管水平不仅会在相当程度上左右当地的产业结构,同时也决定着本国及外国企业会在多大程度上采用更为先进的环保技术,由此直接影响 FDI 在东道国环境保护中扮演的角色。而对于发展中国家和地区的政府而言,经济增长的压力以及地方政府之间的引资竞争显然会驱使政府将放松环境监管作为吸引 FDI 的筹码,为 FDI 影响东道国环境状况提供了一个规模、结构与技术效应之外的间接途径。

上述分析表明,FDI 对东道国能源消耗状况的影响会从产业结构以及技术进步多方面得到不同反映,而有关 FDI、政府的环境监管力度以及地区能源消耗之间也可能存在着彼此相互交错的反馈路线和影响机制。在这种情况下,依靠已有研究广泛采用的单方程回归分析将很难捕捉到其中的关联效应,也难以全面体现外资流入对地区能源消耗状况的影响。事实上,He (2006)、郭红燕和韩立岩 (2008) 以及张学刚 (2011) 的研究已经开始改变基于单方程回归的考察思路,尝试通过构建系统性的联立方程模型对该问题进行更深入的探索。但从现有研究来看,尚缺乏对 FDI 与能源消耗间影响机制的完整刻画与把握,同时在具体的指标选择与构建中也有诸多混淆之处。本文则在现有研究基础上构建地区能源消耗强度指标,将其分解为产业结构、总体技术进步和相对技术进步指标,并以此为基础借助联立方程检验了中国各地区 2001 年以来外资流入、政府环境监管与地区能源消耗强度之间的关系,分析和评判外资流入对中国能源消耗强度的影响机制和总体效应。

二 能耗强度指标的构建与分解

对于中国这样的发展中国家而言,首要的经济发展目标是通过规模增长来快速提高国民收入,这意味着可持续发展并不是要以牺牲经济增长为代价降低能源消耗的总体水平,而是要在维持一定增长水平的前提下,将能源消耗控制在当前收入和技术条件可控制的水平内。因此从可持续发展目标看,单纯追求能耗绝对水平的降低并不符合中国经济发展的实际情况。相对而言,从产出的能耗强度出发考察中国的能耗状况及 FDI 在其中所起的作用是更为合适的做法。基于这一认识,本节首先定义了能耗强度变量,并从结构和技术角度对该能耗强度进行分解。

1. 能耗强度。能源消耗强度主要表现为单位产出的能源消耗量,为此记地区 i 在时期 t 的增加值为 $Y_{i,t} = \sum_{j=1}^J Y_{i,t}^j$, 其中 $Y_{i,t}^j$ 为该地区行业 j 的增加值;该地区当年的

全部行业能源消耗量为 $w_{i,t}$, 定义该地区 i 在时期 t 的能耗强度系数为 $E_{i,t} = w_{i,t}/Y_{i,t}$ 。为简洁, 下面我们将全国视为一个特殊的“地区”, 并以 A 表示, 则 $w_{A,t}$ 和 $Y_{A,t}$ 分别表示全国总体的能源消耗量和全国 GDP 水平。

能源消耗程度的改善, 或该地区能耗强度系数的下降可能来自两方面的因素: 一是该地区的产业结构由高耗能行业向低耗能行业转变; 二是该地区各产业所采用的节能降耗技术本身的升级, 使得各行业的能耗系数相应下降。为了把握该能耗强度的变化究竟来自产业结构变动还是节能技术的应用, 需要进一步构建产业结构指数和节能技术指数。

2. 与能耗有关的产业结构指数。记行业 j 在地区 i 增加值中占比为 $s_{i,t}^j = Y_{i,t}^j/Y_{i,t}$, 它描述了一般意义的产业结构。鉴于不同行业的能耗强度不同, 我们选定行业 j 在基期 ($t=0$) 的全国平均能耗系数 $E_{A,0}^j = w_{A,0}^j/Y_{A,0}^j$ 为基准权重, 定义地区 i 与能耗有关的产业结构指数:

$$Str_{i,t} = \frac{1}{\sum_{j=1}^J (s_{i,t}^j \times E_{A,0}^j)} = \frac{Y_{i,t}}{\sum_{j=1}^J (w_{A,0}^j Y_{i,t}^j / Y_{A,0}^j)} \quad (8)$$

$Str_{i,t}$ 值越高, 表明高耗能行业在该地区增加值中所占的比重越低; 反之, 指标值越低, 则表明高能耗行业在该地区经济活动中所占的比重越高。

3. 节能技术指数。从动态角度看, 可以将行业 j 在基期时全国平均的能耗强度 $E_{A,0}^j$ 视为一个技术基准, 而它与地区 i 在时期 t 的行业产出 $Y_{i,t}^j$ 之积体现了该地区在使用此参考技术时的能耗理论值 ($\bar{w}_{i,t}^j$), 即 $\bar{w}_{i,t}^j = E_{A,0}^j \times Y_{i,t}^j$ 。将各行业的能耗理论值加总可以得到地区 i 的总能耗理论水平 $\bar{w}_{i,t} = \sum_{j=1}^J \bar{w}_{i,t}^j$ 。将地区实际能耗与该理论值相比, 定义为地区与节能有关的技术水平指标:

$$Tec_{i,t} = \frac{\bar{w}_{i,t}}{w_{i,t}} = \frac{\sum_{j=1}^J (w_{A,0}^j Y_{i,t}^j / Y_{A,0}^j)}{w_{i,t}} \quad (9)$$

$Tec_{i,t}$ 越高, 则该地区的节能技术越先进。如果该指标高于 1, 则表明该地区在现实技术下的实际能耗低于参考技术下的理论能耗, 即该地区的现实节能技术要高于参考技术。

由于 Tec 所应用的技术参考系为基年的全国平均技术水平, 因此它体现了相关地区的技术相对于基年全国平均技术的先进程度。这种技术进步包含了两方面的推动力: 一是由科技进步所引发的全国平均技术水平的变化, 可以将此看做节能技术总体的进步程度; 二是各地区由于环境监管力度、节能减排投资能力以及技术能力的不同

表 1 中国各地区能耗强度及其影响因素分解

地区	能耗强度		产业结构指数		技术指数		地区相对技术		行业总体技术	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
北京	1.5592	0.4157	0.7619	1.2580	0.8417	1.9123	0.8417	1.0750	1.0000	1.7790
天津	1.5833	0.6672	0.5602	0.6316	1.1273	2.3731	1.1273	1.4106	1.0000	1.6823
河北	2.6714	1.9447	0.5610	0.8522	0.6672	0.6034	0.6672	0.3988	1.0000	1.5132
山西	4.8043	2.4855	0.4105	0.7093	0.5071	0.5672	0.5071	0.3452	1.0000	1.6433
内蒙古	2.8754	1.6654	0.6883	0.6155	0.5052	0.9755	0.5052	0.5327	1.0000	1.8312
辽宁	2.6249	1.2885	0.5166	0.6833	0.7374	1.1358	0.7374	0.7001	1.0000	1.6222
吉林	2.1100	0.9401	0.7900	0.7839	0.5999	1.3568	0.5999	0.6643	1.0000	2.0424
黑龙江	2.1060	1.1680	0.6885	1.0897	0.6896	0.7857	0.6896	0.4944	1.0000	1.5893
上海	1.1817	0.5767	0.5856	0.8767	1.4451	1.9779	1.4451	1.0500	1.0000	1.8837
江苏	0.9868	0.5270	0.6075	0.6337	1.6680	2.9945	1.6680	1.5263	1.0000	1.9620
浙江	1.1759	0.5471	0.7265	0.7299	1.1706	2.5045	1.1706	1.2547	1.0000	1.9961
安徽	1.7650	0.8629	0.8148	0.5540	0.6954	2.0918	0.6954	0.9231	1.0000	2.2660
福建	0.9207	0.6351	0.8589	0.8112	1.2645	1.9410	1.2645	1.0170	1.0000	1.9085
江西	1.2163	0.6554	0.8974	0.6155	0.9162	2.4793	0.9162	1.2975	1.0000	1.9108
山东	1.3856	0.7848	0.6548	0.5970	1.1022	2.1344	1.1022	1.0967	1.0000	1.9461
河南	1.6667	0.9897	0.6556	0.6206	0.9151	1.6282	0.9151	0.8094	1.0000	2.0116
湖北	1.7170	0.9399	0.7203	0.7276	0.8086	1.4623	0.8086	0.7915	1.0000	1.8474
湖南	1.1498	0.9145	0.8899	0.7903	0.9773	1.3837	0.9773	0.7232	1.0000	1.9133
广东	0.9195	0.5262	0.7337	0.8666	1.4823	2.1930	1.4823	1.1312	1.0000	1.9387
广西	1.2930	0.8614	0.9099	0.8123	0.8500	1.4291	0.8500	0.7858	1.0000	1.8187
海南	0.7564	0.5826	1.2500	1.3404	1.0576	1.2805	1.0576	0.8552	1.0000	1.4973
重庆	1.5689	1.1048	0.8685	0.8482	0.7339	1.0671	0.7339	0.5398	1.0000	1.9769
四川	1.7425	1.0254	0.8433	0.7466	0.6805	1.3063	0.6805	0.6785	1.0000	1.9252
贵州	4.4251	1.9524	0.7323	0.8975	0.3086	0.5707	0.3086	0.3239	1.0000	1.7622
云南	1.7975	1.1715	0.9657	0.8964	0.5761	0.9522	0.5761	0.5250	1.0000	1.8138
陕西	1.3046	0.8935	0.6068	0.8782	1.2633	1.2745	1.2633	0.7649	1.0000	1.6662
甘肃	3.0607	1.4336	0.5641	0.7068	0.5792	0.9868	0.5792	0.6244	1.0000	1.5804
青海	3.1788	2.0213	0.6047	0.6662	0.5202	0.7426	0.5202	0.4175	1.0000	1.7785
宁夏	4.4300	2.3249	0.5231	0.6603	0.4315	0.6514	0.4315	0.3815	1.0000	1.7075
新疆	1.9723	1.5514	0.6390	0.9300	0.7935	0.6931	0.7935	0.4716	1.0000	1.4696

从表 1 可以看到,中国所有地区在样本期间的能耗强度都显著降低,而这种改善来自于行业总体的节能技术改进。综合各地区情况,行业总体的节能降耗技术在 2000~2010 年普遍提升了 1 倍左右。而从产业结构情况来看,各地区则表现不一。

在样本涵盖的 30 个省、市、自治区中,共有 18 个地区的产业结构得到改善,另外 12 个地区的产业结构恶化。出现产业结构恶化的地区主要集中在经济发展水平居中的中部和部分东部地区,这表明中国的污染性产业有从东部经济发达地区向中部地区转移的倾向。从地区相对节能技术来看,有 9 个地区在 2000 ~ 2010 年间实现了相对节能技术的改进,体现出一定的追赶效果;同时,地区之间相对节能技术的标准差由 2000 年的 0.3342 降低到了 2010 年的 0.3303,表明地区之间的节能技术具有一定的趋同倾向。^①

三 FDI、环境监管与能源消耗强度:经验检验

在得到中国各地区能耗强度变化的结构指标和技术指标基础上,可以进一步通过联立方程模型来具体考察 FDI 和政府环境监管在与地区能耗有关的产业结构及技术进步方面所产生的影响以及它们之间的相互作用。

(一) 检验模型构建

理论上而言,流入特定地区的 FDI 对当地能耗状况的影响可以概括为三个方面:

第一,FDI 的流入会引起当地产业结构和能耗控制技术的变化,因此会对当地能耗强度形成直接影响。如前所述,FDI 流入对地区产业结构和技术进步的影响可能存在相当的差异,因此要全面认识 FDI 的能耗效应,首先需要对 FDI 在产业结构和节能技术进步方面所产生的影响分别进行考察。同时,考虑到 FDI 的产业结构或技术效应可能通过产业关联和溢出渠道实现跨区域传播,因此在关注本地 FDI 流入的同时,我们也有必要对流入周边地区的 FDI 保持相应关注。

第二,FDI 的流入可以通过资本积累效应和广义技术溢出效应影响地区的经济增长,并通过经济发展水平变化间接影响地区的能耗状况。现有研究基本认为,地区的能耗强度会随着地区经济发展水平的提高而逐步改善。^② 因此在理论上,如果 FDI 的流入可以通过资本积累或广义技术溢出促进当地的经济发展,则可以借此对当地的能耗状况产生间接意义上的积极影响。然而,一方面尽管外资作为一种资本注入会在直观意义上增加当地的资本存量,但在市场容量既定的情况下,外资的进入也会与国内企业形成一定的竞争,并导致国内企业生产的萎缩和资本存量的下降,这被视为是

^① 标准差由表 1 数据计算获得。

^② 从现有研究来看,尽管地区能耗状况总体上会随着地区经济发展程度的提高而趋于改善,但其具体过程也会呈现出与环境库兹涅茨曲线类似的倒 U 型或倒 N 型趋势,该结论得到了孙浦阳等(2011)的支持。

FDI 流入对当地资本的“挤出”效应;另一方面,FDI 的流入也可能通过产业关联和技术溢出带动相关上下游产业的发展,并引起国内投资的增加,这构成了 FDI 对当地资本的“挤入”效应,二者的大小均需通过经验检验加以确定。同时,FDI 的技术溢出效应是否存在本身也是存在很大争议的问题。^① 有鉴于此,在考察 FDI 对地区的能耗效应时,应将 FDI 的技术溢出与资本积累效应纳入考察框架。

第三,FDI 的流入还可以通过左右当地的环境监管力度对地区能耗造成间接影响。环境监管力度是决定一个地区能耗状况的关键。理论上来看,环境监管力度的强化会提升高能耗行业的生存门槛,从而有助于促进当地产业结构优化和节能技术的应用。然而作为政府的决策行为之一,政府的环境监管力度可能受到多方面因素的影响:首先,环境监管力度会依赖于当地的经济水平,但其具体方向可能与地区经济发展阶段有关。在地区经济发展初期,环境保护可能会让位于经济发展的要求,地区的环境保护监管会与经济发展水平呈负相关关系;而随着地区经济发展水平的不断提升,对于环境保护的要求会越发强烈,政府的环境监管力度也会随之增强。这也是造成能耗强度与经济发展水平之间呈现 U 型库兹涅茨曲线特征的原因之一。其次,政府的环境监管力度也受地区产业结构的影响。这种影响同样包括了两种方向相反的可能:一方面,高能耗的产业结构必然加大该地区的环境压力,迫使政府采取更严厉的管制措施;另一方面,高能耗的产业结构往往又意味着高耗能产业在该地区的经济增长中占据主导地位,进而对政府形成一定的“绑架”,迫使政府为了追求经济增长而放松对这些产业的环境要求。再次,地区的能源禀赋状况也可能对政府监管形成一定的激励,比如丰裕的能源禀赋可能降低高耗能的压力而引起政府对环境监管的放松。此外,鉴于环境状况在一定区域内具有“公共物品”性质,从治理成本方面考虑地方政府在节能减排过程中往往带有“搭便车”动机,表现为相邻地区政府间的相互推诿,要求与其他地区在环境治理方面“共进退”。而考虑到环境规制可能成为地方政府的引资工具,邻近地区间政府治理强度的趋同效应还会进一步加强。因此,在影响政府环境监管力度的诸多因素中,邻近地区的环境监管状况也是一个不容忽视的因素。

除去以上几方面因素之外,作为政府招商引资活动的主要目标,FDI 资源的存在也会对政府的环境监管决策形成一定干扰。一般认为,发展中国家或地区的政府往往会在经济增长或就业压力的驱使下,通过放松相应的环境监管来达到吸引国外投资和

^① 尽管大量针对中国的研究对 FDI 的技术溢出效应持积极的态度,但也有相当的研究对此结论提出质疑,如 Görg 和 Greenaway(2004)认为针对发展中国家的检验可能因内生性问题而存在较大的误差;蒋殿春和张宇(2008)也认为现有研究可能因未考虑国内的制度变迁因素而夸大了 FDI 的技术溢出效果。

发展当地经济的目的,这也是 FDI 环境效应的“污染避难所”假说所依赖的重要立论依据。如果这种效应真实存在,将是 FDI 负面环境效应的重要证据。然而,如果进一步虑及 FDI 本身实物资本属性所带来的沉没成本效应,已经流入特定地区的 FDI 资源和尚未流入该地区的“潜在”FDI 资源对政府环境监管的影响可能存在一定差异。这意味着我们不仅需要将 FDI 对环境监管的影响纳入考察框架,还需要同时考虑本地与外地 FDI 对政府环境监管所产生的不同影响。

综合以上分析可以看出,FDI 的环境效应至少存在产业结构、技术状况、经济发展水平以及政府监管四个基本的渠道,同时,FDI 的流入与政府的环境监管程度之间也存在着相互影响的反馈机制。结合这一基本思路,我们考虑建立与地区能耗相关的联立方程模型如下:

$$\ln(E_{i,t}) = -\ln(Str_{i,t}) - \ln(RT_{i,t}) - \ln(WT_{i,t}) \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \ln(Str_{i,t}) = & \alpha_{11}\ln(PGDP_{i,t}) + \alpha_{12}[\ln(PGDP_{i,t})]^2 + \alpha_{13}\ln(ED_{i,t}) + \alpha_{14}\ln(Gov_{i,t}) \\ & + \alpha_{15}\ln(FDI_{i,t}) + \alpha_{16}\ln(NFDI_{i,t}) + \alpha_{17} \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \ln(RT_{i,t}) = & \alpha_{21}\ln(PGDP_{i,t}) + \alpha_{22}\ln(ED_{i,t}) + \alpha_{23}\ln(Gov_{i,t}) + \alpha_{24}\ln(EI_{i,t}) \\ & + \alpha_{25}\ln(GI_{i,t}) + \alpha_{26}\ln(FDI_{i,t}) + \alpha_{27}\ln(NFDI_{i,t}) + \alpha_{28} \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \ln(EI_{i,t}) = & \alpha_{31}\ln(Gov_{i,t}) + \alpha_{32}\ln(Pro_{i,t}) + \alpha_{33}\ln(PGDP_{i,t}) + \alpha_{34}\ln(GI_{i,t}) \\ & + \alpha_{35}\ln(FDI_{i,t}) + \alpha_{36}\ln(NFDI_{i,t}) + \alpha_{37} \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} \ln(GI_{i,t}) = & \alpha_{41}\ln(Gov_{i,t}) + \alpha_{42}\ln(PFI_{i,t}) + \alpha_{43}\ln(PGDP_{i,t}) + \alpha_{44}\ln(EI_{i,t}) \\ & + \alpha_{45}\ln(FDI_{i,t}) + \alpha_{46}\ln(NFDI_{i,t}) + \alpha_{47} \end{aligned} \quad (16)$$

$$\begin{aligned} \ln(Gov_{i,t}) = & \alpha_{51}\ln(Ngov_{i,t}) + \alpha_{52}\ln(PGDP_{i,t}) + \alpha_{53}[\ln(PGDP_{i,t})]^2 + \alpha_{54}\ln(ED_{i,t}) \\ & + \alpha_{55}\ln(Str_{i,t}) + \alpha_{56}\ln(FDI_{i,t}) + \alpha_{57}\ln(NFDI_{i,t}) + \alpha_{58} \end{aligned} \quad (17)$$

$$\begin{aligned} \ln(PGDP_{i,t}) = & \alpha_{60}\ln(PK_{i,t}) + \alpha_{61}\ln(E_{i,t}) + \alpha_{62}\ln(MI_{i,t}) + \alpha_{63}\ln(FDI_{i,t}) \\ & + \alpha_{64}\ln(NFDI_{i,t}) + \alpha_{65} \end{aligned} \quad (18)$$

$$\ln(PK_{i,t}) = \alpha_{71}\ln(FDI_{i,t}) + \alpha_{72}\ln(NFDI_{i,t}) + \alpha_{73} \quad (19)$$

$$\begin{aligned} \ln(FDI_{i,t}) = & \alpha_{81}\ln(PGDP_{i,t}) + \alpha_{82}\ln(WG_{i,t}) + \alpha_{83}\ln(MI_{i,t}) + \alpha_{84}\ln(EA_{i,t}) \\ & + \alpha_{85}\ln(Gov_{i,t}) + \alpha_{86} \end{aligned} \quad (20)$$

其中方程(12)为地区能耗强度的分解恒等式,即地区能耗强度 E 取决于地区的产业结构 Str 、地区相对技术 RT 以及行业整体技术进步 WT 三者的乘积。

方程(13)~(16)对应于 FDI 通过产业结构和环保技术的影响而产生的能耗效

应。其中,方程(13)为产业结构检验方程,被解释变量为产业结构 Str ,^①解释变量主要包括三类:第一类是经济发展水平,参照环境污染的“库茨涅茨曲线”效应,考虑同时在模型中引入人均生产总值 $PGDP$ 的一次项和二次项。第二类为行业的能耗刺激指标,考虑到丰裕的能源禀赋以及宽松的监管力度都会降低高耗能行业进驻该地区的门槛,从而导致该地区的产业结构向高能耗型产业转移,因此此类指标包括地区能源禀赋变量 ED 和地区环境监管变量 Gov 。第三类为外资变量,包括本地外资依存度 FDI 和邻近地区外资依存度 $NFDI$ 。

方程(14)为能耗技术检验方程。为了考察各地区在现有科技条件许可情况下对节能降耗技术的应用,方程采用剔除外生科技进步影响后的各地区相对技术水平 RT 作为被解释变量。解释变量囊括了可能影响地区节能降耗技术水平的主要因素,包括地区经济发展水平 $PGDP$ 、能源禀赋 ED 、环境监管强度 Gov 、环境治理投入(企业投入 EI 和政府投入 GI)。同时仍引入本地及外地外资依存度 FDI 和 $NFDI$ 作为解释变量。

方程(15)与(16)为技术投入方程,用以考察政府监管以及外资流入对于企业和政府环境治理投入的影响。由于环境治理投入,特别是企业的环境治理投入在很大程度上是政府环境监管的结果,因此,解释变量首先包括了当地的环境监管 Gov ;同时,为了验证外资企业是否比国内企业具有更大的环境治理意愿,以及外资流入对政府环境投入的影响,方程中均引入当地和其他地区外资依存度 FDI 和 $NFDI$ 。此外,方程中还纳入了一些可能影响政府及企业环境治理投入的控制变量,包括当地经济发展水平 $PGDP$,用以控制经济发展程度对环境治理投入的影响;当地人均财政收入 PFI 以及企业利润率 Pro ,用以控制政府与企业财力状况对环保投入的影响。此外,虑及政府和企业的公司治理投入会存在一定的相互替代性,在政府投入和企业投入两个方程中各自引入企业环境治理投入和政府环境治理投入作为控制变量。

方程(17)为政府监管方程,对应于 FDI 通过环境监管而对地区能耗状况产生的间接影响。基于前文的理论分析,方程的解释变量包括了人均 GDP 及其二次项、地区产业结构变量 Str 、能源禀赋变量 ED 以及临近地区环境监管强度 $Ngov$ 。为了验证现实和“潜在” FDI 资源对环境监管的影响,模型也引入本地及邻近地区外资依存度 FDI 和 $NFDI$ 作为解释变量。

方程(18)和(19)对应于 FDI 通过地区经济增长对地区能耗状况产生的间接性影响。其中方程(18)为经济增长方程,用以考察 FDI 借由广义的技术溢出效应,通过影

① 为叙述方便,正文中我们一律省去了变量的对数符号 \ln 。

响地区经济增长而对地区能耗状况产生的间接效应。方程以人均实际 GDP 为被解释变量,同时引入人均资本存量(PK)作为反映该地区资本积累的解释变量。考虑到能源消耗与外资依存度会对该地区的生产效率产生影响,在模型中同时包括了能源消耗强度(E)以及本地和外地的外资依存度(FDI 和 $NFDI$)。此外,根据蒋殿春和张宇(2008)的分析,地区市场化程度是引起生产率提升的主要因素,而遗漏这一因素可能会高估 FDI 技术溢出效应,因此在方程中纳入当地市场化程度指标 MI 。

方程(19)是资本存量方程,用以考察 FDI 流入通过资本积累对经济增长产生的直接影响,即外资流入是否会对国内资本产生“挤出”或“挤入”效应。该方程以人均国内资本存量 PK 为被解释变量,以本地及邻近地区外资依存度(FDI 和 $NFDI$)为解释变量。

方程(20)为外资方程,以本地外资依存度 FDI 为被解释变量,用以考察政府监管对外资流入的反馈性影响。根据国际生产折衷范式(Ownership Location Internalization Paradigm,简称 OIL 范式),外资进入某个特定的地区主要受垄断优势、内部化优势以及区位优势三方面因素的影响。其中,垄断优势体现了外国企业与国内企业之间的技术差异;而区位优势则与该地区的经济发展水平、市场化程度、工资成本以及政府监管等因素有关。基于此,解释变量中外资企业相对于国内企业的生产率优势 EA 体现了外商投资企业的所有权优势,而其他变量均为各地区的区位特征,包括国内生产总值 $PGDP$ 、市场化指数 MI 、人均工资 WG 和环境监管强度 Gov 。

模型系统共包含变量 18 个,其中外生变量 7 个,分别为行业整体技术进步 WT 、能源禀赋 ED 、企业利润率 Pro 、人均财政收入 PFI 、外资企业生产率优势 EA 、市场化程度 MI 以及人均工资 WG ,其余变量均为内生变量。上述变量之所以能视为外生,主要由于这些变量或者体现了非经济因素推动的科技发展(如行业整体技术进步程度),或代表了天然及历史形成的自然禀赋状况(如能源禀赋及反映劳动力丰裕度的人均工资),或为当地的制度环境乃至企业自身特征所决定的因素(如市场化程度、人均财政收入、企业利润率以及外资企业效率优势)。同时,这些变量本身也并非本文关注的重点,而更多的是作为控制地区特征因素加入,出于简化模型分析的考虑,不再对这些变量进行内生化处理。

(二) 指标构建与样本选择

模型中相关指标的构建与样本选择情况如下:

1. 相关指标构建。检验中涉及的其他指标选择与构建方式如下:

(1) 外资依存度变量。检验模型中包含了本地及临近地区的外资依存度。对于

地区 i 的外资依存度 $FDI_{i,t}$, 以地区 i 在第 t 年的外商与港澳台投资工业企业固定资产年平均净值余额占该地区全部规模以上工业企业固定资产年平均净余额的比重衡量; 对于邻近区域的外资依存度 $NFDI_{i,t}$, 则利用地理相关系数矩阵对除地区 i 以外的其他所有地区 FDI 指标加权求和来定义:

$$NFDI_{i,t} = \sum_{m \neq i} \delta_i^m (FDI_{m,t}) \quad (21)$$

其中, δ_i^m 为地区 m 与地区 i 之间的地理相关系数, 借鉴沈坤荣和付文林(2006)的方法, 以地区之间的地理距离为权重来构造。但考虑到决定地区间距离远近的关键因素在于地区间的实际道路里程而非两点之间的直线距离, 因此本文的计算以地区间的道路里程作为衡量区域间距离的标准。首先计算省份 m 和省份 i 的省会城市之间公路交通里程 D_i^m 的倒数, 即 $d_i^m = 1/D_i^m$, 并对其进行标准化处理即得: $\delta_i^m = d_i^m / \sum_{n \neq i} d_i^n$, 其中, n 代表除地区 i 之外的其他各地区。

(2) 政府环境监管强度。由于缺乏反映政府对能耗监管的直接指标, 本文以各地区的环境监管强度作为政府能耗监管的代理指标。因此, 基于各地区历年单位产值的环境污染立案数 CAS 来衡量政府的监管强度。^① 该指标有一个明显的缺陷, 即高 CAS 值一方面可能源于严厉的环境监管, 另一方面也可能是因为相关地区的污染违法现象较为普遍。为克服这一缺陷, 我们用该地区的三类主要污染物(废水、废气和固体废物)排放相对技术水平的平均值 $\bar{RT}_{i,t}$ ^② 对 CAS 进行修正, 定义为政府环境监管强度 $Gov_{i,t}$:

$$Gov_{i,t} = CAS_{i,t} \times \bar{RT}_{i,t} \quad (22)$$

这一定义的内在逻辑在于, 环境控制技术较为先进的地区可能发生的环境污染案件数量较少, 因此对于单位产值的环境污染案件数量相同的两个地区而言, 环境控制技术相对先进的地区会对应着更严格的环境监管; 而对于污染控制技术相同的两个地区, 单位产值的环境污染案件数量则反映了两个地区的环境监管强度。与(21)式相仿, 我们利用地理相关系数矩阵对除地区 i 以外的其他所有地区 Gov 指标加权求和来定义邻近地区的环境监管强度:

① 关于政府监管强度衡量的很多研究都提出了各自不同的做法, 如郭红燕和韩立岩(2008)直接以企业的环境保护技术指数作为监管的衡量标准, 应瑞瑶和周力(2006)以污染治理投入为监管标准。但这些方法都存在一定的缺陷, 一方面, 这些指标本质上都可归因于企业在面临政府既定监管水平下的技术选择, 因此更多是一种政府监管程度的间接体现; 另一方面, 技术水平或治理投入的增加既可以由监管强化所引发, 同时也会与特定企业或地区污染程度的加剧有关, 因此单纯考察此类指标不能反映政府的环境监管力度。

② 相对技术水平的计算采取与前文所述能耗相对技术相同的方法, 此处不再赘述。

$$Ngov_{i,t} = \sum_{m \neq i} \delta_i^m (Gov_{m,t}) \quad (23)$$

(3) 环境治理投入。由于目前尚无有关节能降耗具体投入的指标,为此我们以各地区的环境治理投入作为与节能投资有关的代理变量。该环境治理投入体现了政府对当地环境状况的重视程度,因此可以在一定程度上体现当地的节能投资力度。环境治理投入包括政府投入 $gi_{i,t}$ 和企业的投入 $ei_{i,t}$ 。考虑到该投入与该地区的实际环境污染状况高度相关,同样规模的治理经费在高污染和低污染地区显然无法代表同样的投入力度。有鉴于此,利用各地区实际的单位产值三类污染物排放量 $Plu_{i,t}$ 对 $gi_{i,t}$ 与 $ei_{i,t}$ 进行平减,定义为政府和企业的公司治理投入:

$$GI_{i,t} = gi_{i,t}/Plu_{i,t} \quad EI_{i,t} = ei_{i,t}/Plu_{i,t} \quad (24)$$

(4) 其他控制变量。除了以上的关键变量之外,模型中还包含如下控制变量:

人均国内生产总值 $PGDP_{i,t}$,以利用国内生产总值平减指数平减处理的各地区历年实际人均 GDP 来衡量。

人均资本 $K_{i,t}$,先将各地区经固定资产投资价格指数平减处理后的全社会固定资产投资额按照“永续盘存法”加总,除以该地区的总人口。^①

人均财政收入 $PFI_{i,t}$,以各地区人均地方财政收入衡量。

企业利润率 $Pro_{i,t}$,以各地区全部规模以上企业营业利润占主营业务收入之比衡量。

能源禀赋 $ED_{i,t}$,以各地区一次能源(原煤、原油、天然气)产量按照相应的折算系数统一折算为一定的标准煤数量,以人均的一次能源产出水平作为当地能源禀赋的指标。

人均实际工资 $WG_{i,t}$,以商品零售价格指数平减处理后的各地区年平均工资衡量。

市场化程度 $MI_{i,t}$,以各地区私人部门的固定资产占国内部门的固定资产比重来衡量。^②

外资企业生产率优势 $EA_{i,t}$,以各地区历年外商投资企业的劳动生产率与国内部门的劳动生产率之比来衡量。

所有变量的统计描述见表 2。

2. 样本选择及数据来源。鉴于相关指标原始数据的可得性,本文使用的样本为 2001~2009 年中国除西藏地区之外的 30 个省、市、自治区。其中,各地区的分行业数

① 基期的全社会固定资产存量取自何枫等(2003),固定资产折旧率取 10%。

② 其中,国内部门的数据为全部国有及规模以上非国有工业部门数据剔除外商及港澳台投资企业数据获得;私人部门的相关数据为国内部门数据剔除国有及国有控股企业数据获得。

据取自各地区的统计年鉴;各地区和各行业的能源消耗数据取自《中国能源统计年鉴》;各地区的污染立案数量以及污染治理经费投入数据源自《中国环境年鉴》;其他各类数据均由《中国统计年鉴》计算整理。

表 2 变量统计描述

变量	均值	中位数	最大值	最小值	标准差
<i>E</i>	1.56	1.29	5.34	0.42	0.92
<i>STR</i>	0.71	0.71	1.49	0.33	0.18
<i>RT</i>	0.80	0.73	1.72	0.28	0.33
<i>WT</i>	1.47	1.45	2.27	0.98	0.29
<i>GOV</i>	0.43	0.24	5.21	0.06	0.61
<i>Ngov</i>	0.44	0.32	5.21	0.04	0.55
<i>GI</i>	6514.09	3235.06	82 028.60	23.57	10 075.92
<i>EI</i>	105 101.90	59 464.44	915 667.60	496.26	139 924.40
<i>PGDP</i>	15 659.57	12 039.89	69 369.88	2895.00	11 172.35
<i>PK</i>	38 564.48	29 886.44	141 402.60	7405.69	26 722.58
<i>FDI</i>	0.17	0.13	0.54	0.01	0.14
<i>NFDI</i>	0.17	0.17	0.30	0.10	0.04
<i>ED</i>	91.30	12.44	1528.85	0.00	237.45
<i>WG</i>	21 001.33	18 934.50	66 115.00	7908.00	10 232.52
<i>EA</i>	1.47	1.26	5.23	0.41	0.72
<i>MI</i>	0.22	0.18	0.64	0.01	0.15
<i>PFI</i>	1806.29	1087.24	13 609.48	262.57	2213.27
<i>Pro</i>	0.07	0.06	0.33	0.01	0.04

(三) 检验结果

鉴于本文所使用的样本数据结构为面板数据,利用 Baltagi (1981) 提出的包含误差成分的两阶段最小二乘法 (EC2SLS) 与三阶段最小二乘法 (EC3SLS) 可以在控制面板数据异质性的同时顾及变量的内生性及方程之间误差项的相关性,其结论更为可靠,因此本文的检验主要利用 EC3SLS 方法对该联立方程进行估计,^①结果见表 3 所示。

① 本质而言,EC2SLS 和 EC3SLS 方法均通过组内估计和组间估计剔除了误差成分的影响,并利用组内估计和组间估计的方差加权控制了误差成分的影响。在方程间误差项不存在相关关系的情况下,二者的估计结果是一致的,但如果考虑到方程间误差项之间的相关性,则 EC3SLS 较普通的三阶段最小二乘法和 EC2SLS 更为有效 (Baltagi, 1981)。为了保证结论的稳健性,本文也对该模型采用 EC2SLS 方法进行了估计,其结果与 EC3SLS 基本相同,仅个别变量在显著性方面存在差异,因篇幅所限,本文仅报告了 EC3SLS 估计结果。

表 3

估计结果

因变量 自变量	方程(13)	方程(14)	方程(15)	方程(16)	方程(17)	方程(18)	方程(19)	方程(20)
	$\ln(Str_{i,t})$	$\ln(RT_{i,t})$	$\ln(GI_{i,t})$	$\ln(EI_{i,t})$	$\ln(Gov_{i,t})$	$\ln(PGDP_{i,t})$	$\ln(PK_{i,t})$	$\ln(FDI_{i,t})$
$\ln(PGDP_{i,t})$	-1.1336 (-2.34)**	0.0561 (1.27)	0.1661 (2.06)**	0.9706 3(4.50)***	-9.6001 (-4.39)***	—	—	0.4688 (4.35)***
$\ln(PGDP_{i,t})^2$	0.1343 (2.33)**	—	—	—	1.1028 (4.21)***	—	—	—
$\ln(ED_{i,t})$	-0.0137 (-2.30)**	-0.0094 (-1.27)	—	—	-0.0900 (-2.99)***	—	—	—
$\ln(Gov_{i,t})$	0.0617 (5.70)***	0.1008 (7.06)***	-0.1797 (-0.29)	0.1211 (2.23)**	—	—	—	-0.0162 (-0.56)
$\ln(Ngov_{i,t})$	—	—	—	—	0.5455 (7.95)***	—	—	—
$\ln(EI_{i,t})$	—	0.0138 (0.98)	-0.0082 (-1.09)	—	—	—	—	—
$\ln(GI_{i,t})$	—	0.0444 (4.02)***	—	-0.0218 (-1.58)	—	—	—	—
$\ln(PFI_{i,t})$	—	—	0.0243 (0.06)	—	—	—	—	—
$\ln(Pro_{i,t})$	—	—	—	0.1216 (0.90)	—	—	—	—
$\ln(FDI_{i,t})$	-0.0170 (-0.80)	0.2031 (7.53)***	0.2153 (1.18)	2.4737 (5.03)***	0.9885 (2.24)**	-0.0068 (-0.42)	0.4234 (11.59)***	—
$\ln(NFDI_{i,t})$	0.1848 (2.04)**	0.0803 (1.81)*	-0.2748 (-0.36)	0.0679 (0.56)	-1.2773 (-4.60)***	0.2087 (2.74)***	1.5021 (10.75)***	—
$\ln(PK_{i,t})$	—	—	—	—	—	0.7608 (35.02)***	—	—
$\ln(E_{i,t})$	—	—	—	—	—	-0.1431 (-4.38)***	—	—
$\ln(Str_{i,t})$	—	—	—	—	0.2824 (2.56)**	—	—	—
$\ln(WG_{i,t})$	—	—	—	—	—	—	—	-0.1643 (-1.29)
$\ln(MI_{i,t})$	—	—	—	—	—	0.0013 (0.10)	—	0.0997 (2.61)***
$\ln(EA_{i,t})$	—	—	—	—	—	—	—	0.3063 (3.97)***
C	0.6367 (2.23)**	-0.0002 (-0.99)	3.2409 (2.20)**	—	11.8873 (4.19)***	0.1392 (7.48)***	3.1133 (61.95)**	-3.5500 (-21.81)***
调整后的 R^2	0.1021	0.4941	0.0282	0.6024	0.4503	0.8783	0.4467	0.0107
χ^2 检验	63.29 [0.0000]	332.07 [0.0000]	11.83 [0.065]	459.90 [0.0000]	294.50 [0.0000]	2244.89 [0.0000]	453.28 [0.0000]	57.48 [0.0000]

说明:括号内为 t 值,中括号内是置信概率,***、** 和 * 分别代表了 1%、5%、10% 水平下显著。

方程(13)和(14)分别体现了FDI通过产业结构和技术变动对当地能耗状况产生的影响。从方程(13)的回归结果来看, $\ln(PGDP)$ 的系数为负,但其二次项系数都显著为正,表明地区的产业结构会随着经济的发展而呈现出先恶化后改善的非线性特征,从而证实了在能源消耗方面存在着与环境污染类似的“库茨涅茨曲线”效应。 ED 系数显著为负,表明能源禀赋充足的地区会更倾向于形成高能耗的产业结构。 Gov 的系数显著为正,表明政府的环境监管强度是引起地区产业结构由高能耗向低能耗调整的重要诱因。而从外资进入对产业结构产生的影响来看,本地外资的流入尽管会对当地产业结构产生一定的负面影响,但结果并不显著;同时流入周边地区的FDI则会对当地的产业结构产生较为明显的正面作用。综合这一情况来看,可以认为进入中国的FDI并没有显著的流入高能耗行业,而且外资的进入还可能通过产业关联等效应促进周边地区产业结构向低能耗方向转移,因此就能耗状况来看,中国并没有沦为跨国公司高能耗产业转移的“避难所”。

方程(14)显示了相关因素对地区相对节能技术所产生的影响。回归结果表明,地区的经济发展水平并不是制约当地节能技术应用的关键,能源禀赋相对稀缺的地区会较能源禀赋相对充裕的地区具有更大的技术进步动机,但其差别也并不显著;相反,推动地区节能技术进步最明显的力量来自政府的环境监管和外资的流入。政府监管程度增强会对节能技术的应用产生非常显著的促进作用,同时本地和外地的FDI都可以显著改善当地的能源控制技术。这一结果在一定程度上表明,外国跨国公司在华投资企业不仅会通过自身所采用的先进节能技术提升当地的相对技术水平,同时还可能会通过上下游的关联向国内企业直接提供更为先进的节能技术,或者促使国内企业采取更行之有效的节能降耗措施。此外,政府和企业的环境治理投入也会在一定程度上对当地环保技术进步产生一定的推动作用。但从效果来看,相对于企业投入而言,政府环境治理投入对于节能技术的改善效果要更为明显和强烈。

方程(15)和(16)进一步验证了政府监管和FDI对政府及企业环境投入的影响。从检验结果来看,地区经济发展水平提升所引发的社会对环境要求的提升是激发政府和企业增加环境治理投入的主要原因。同时,政府监管会对企业环境治理投入起到显著的激发效果,但环境监管对于政府环境治理投入的影响则并不显著。其原因可能在于:政府环境治理投入与环境监管均体现了政府环境保护的意愿,但环境监管的强化可以激发企业的环境治理投入,从而减轻政府环境治理的压力。因此政府环境投入与环境监管之间也会存在一定的替代关系,并由此抵消了二者之间的正相关性。而在两个方程中,企业投入变量与政府投入变量均表现出某种负相关性,这也从一定的侧面

证实了二者之间替代性的存在。此外,检验结果还证实地区人均财政收入和企业利润率并不会对技术投入产生显著性的影响,因此可以认为政府和企业的资金压力并不是阻挠其加大环境治理投入的主要瓶颈。从外资流入的影响来看,本地和外地的 FDI 没有对政府的环境治理投入产生显著性影响,可以认为外资流入并没有对当地环境状况形成过于沉重的压力;而本地外资流入对当地企业环境投入具有显著的正面作用,也证实了外资企业在环境保护方面的确具有较国内企业更大的意愿,并吻合了方程(14)的检验结果。

方程(17)主要体现了 FDI 通过环境监管对能耗状况产生的间接性影响。从检验结果来看,人均国内生产总值一次项系数为负,二次项系数为正,且都具有极高的显著性,表明政府的环境监管同样会随着经济的发展而呈现出先弱化后增强的非线性特征。能耗产业结构 Str 的系数为正且在统计意义上显著,表明高耗能产业比重的增加会降低政府的环境监管水平,这也意味着目前在中国,高耗能产业对政府监管的绑架效应仍较为强烈。相对而言,外资对政府监管的影响状况要略微复杂:本地外资比重上升会引起政府环境监管强化,但邻近地区外资比重上升却会对本地政府的环境监管起到显著的弱化作用。这种截然不同的政策效应之所以产生,一方面是因为本地外资带来环境压力上升,政府必须在环境监管上做出积极反应,而且本地外资一旦进入也不可能因严厉的环境监管而轻易退出;另一方面,邻近地区的外资在地方政府眼里更类似于“潜在”的外资资源,由此增强了地方政府通过放宽监管门槛实现“招商引资”的动机。此外,邻近地区的环境监管强度与本地区的环境监管强度呈现显著的正相关关系,这也意味着地方政府在环境监管博弈过程中面临一条斜率为正的反应曲线:无论是出于吸引外资目的还是环境污染压力,邻近地区间的环境监管存在传染效应。

方程(18)和(19)检验了 FDI 通过经济增长对地区能耗状况产生的间接影响。根据经济增长方程(18)的估计结果,能耗水平的加剧会对地区的生产率水平产生显著的负面作用,并进而拖累经济发展。同时在控制了当地市场化程度的情况下,本地的外资依存度增加不会对当地的生产率水平产生明显的溢出效果,但临近地区的外资依存度增加则会对当地的生产率产生较为明显的技术溢出作用。同时,从方程(19)的结果来看,本地和邻近地区的外资依存度增加都会对本地资本积累起到积极作用。综合两方程的结果可知,外资依存度增加可以通过增进资本积累以及对周边地区生产率的溢出效应而对经济增长起到明显的促进作用。

方程(20)控制了影响外资进入的诸多因素。从回归结果来看,外资企业相对于本地企业劳动生产率的优势体现了外资企业所具有的垄断优势,对外资进入相关地区

会产生显著的积极影响;而较高的人均生产总值和发达的市场化程度则从地区的经济发展水平、市场完善程度方面体现了当地的区位优势,对外资进入也会产生显著影响。值得注意的是,地区环境监管强度对吸引外资没有显著的影响。这一结果表明,环境监管水平并不是阻碍外资进入的主要障碍。地方政府刻意放松管制可能会引来一些高耗能和高污染型企业,但也可能会因此吓退低耗能和低污染型企业,或者那些具有较先进节能减排技术的企业(因为先进的环保技术在放任污染的制度中毫无用处)。

四 基本结论

我们通过构建具体的能耗强度指标,并在对其进行分解的基础上检验了外资流入和政府监管对其所产生的影响。通过检验,我们可以得到如下一些基本结论。

首先,从中国目前生产领域的能耗状况来看,近年来单位产出的能耗程度出现大幅度的降低。引发这种提升的主要动力来自于技术进步所带来的行业整体节能水平的提升,而各地区在产业结构改善方面的表现则存在一定的差异。总体而言,高耗能产业在近年来呈现出由东部发达地区向中部地区转移的特征,引起中部地区高耗能产业比重的上升。

其次,针对外资进入对地区能耗水平的影响这一问题,总体上可以得到一些较为积极的判断。从具体路径来看,区域内的外资流入尽管没有能够显著引起产业结构向低能耗型产业转移,但也不存在“避难所论”所描述的外资大量进入高耗能产业的现象,而区域外的外资进入甚至可能通过产业关联等效应带动本地区产业向低能耗方向发展。同时,如果从技术进步角度进行审视,可以发现外资的进入可以显著的推动当地乃至周边地区节能技术的应用和相对技术水平的提升。同时,由于外资流入在地区经济增长方面会起到一定的促进作用,这种对经济增长的推动作用也会提升当地的经济发展水平进而提升地区的产业结构和政府环境监管力度,由此也为 FDI 改善当地能耗状况提供了另一条间接途径。

再次,外资进入通过影响政府的环境监管来间接影响地区的能耗状况也是考察外资对中国能耗状况影响的另一个不容忽视的线索。从检验结果来看,外资进入对地区环境监管力度的影响相对复杂,流入不同区域的外资对特定地区环境监管所产生的影响不尽相同:流入本地的外资存量增加会因为其带来的环境污染压力而引起政府规制的强化。相对而言,邻近地区的外资存量作为一种“潜在”性的资源更有可能激发政府降低本地环境规制水平的动机。因此从总体来看,外资的流入在强化本地环境监管

的同时也弱化了其他地区的环境监管力度。

最后,从对外资流入产生吸引的因素来看,相对发达的经济发展水平和市场化程度以及跨国公司相对于本土企业的竞争优势等都是吸引外资进入特定地区的重要因素,相对而言,政府环境规制的放松却不会对流入一个地区的外资产生显著性的影响,这也意味着通过放松环境规制的方式来实现招商引资的目标可能无法取得预期的效果。

综上所述,外资的流入可以通过推动本地以及周边地区的节能技术应用,促进当地经济增长并强化本地区的环境监管来推动地区能耗水平的降低。尽管周边地区的外资流入会通过弱化本地的环境监管而对本地能耗水平产生一定的负面作用,但从总体上来看,外资进入对于中国能耗水平所产生的影响仍是较为积极的。鉴于放松环境规制并不会对外资进入形成足够的吸引,因此在吸引和利用外资的过程中,适当强化环境标准,加强对外资企业的环境监管是进一步避免外资企业将中国作为“污染避难所”并向中国转移环境压力的有效选择。

参考文献:

- 郭红燕、韩立岩(2008):《外商直接投资、环境管制与环境污染》,《国际贸易问题》,第8期。
- 何枫、陈荣、何林(2003):《我国资本存量的估算和相关分析》,《经济学家》第5期。
- 蒋殿春、张宇(2008):《经济转型与外商直接投资技术溢出效应》,《经济研究》第7期。
- 孙浦阳、武力超、陈思阳(2011):《外商直接投资与能源消费强度非线性关系探究——基于开放条件下环境“库兹涅茨曲线”框架的分析》,《财经研究》第8期。
- 沈坤荣、付文林(2006):《税收竞争、地区博弈及增长绩效》,《经济研究》第6期。
- 滕玉华、陈小霞(2009):《开放条件下中国工业能源强度的影响因素分析》,《新疆财经大学学报》第1期。
- 应瑞瑶、周力(2006):《外商直接投资、工业污染与环境规制——基于中国数据的计量经济学分析》,《财贸经济》第1期。
- 张贤、周勇(2007):《外商直接投资对我国能源强度的空间效应分析》,《数量经济技术经济研究》第1期。
- 张学刚(2011):《FDI影响环境的机理与效应——基于中国制造业的数据研究》,《国际贸易问题》第6期。
- 赵晓丽、胡军峰、史雪飞(2007):《外商直接投资行业分布对中国能源消费影响的实证研究》,《财贸经济》第3期。
- Acharkyya, J. “FDI, Growth and the Environment: Evidence from India on CO2 Emission during the Last Two Decades”. *Journal of Economic Development*, 2009, 6, pp.43-58.
- Baumol, W. J. and Oates, W. E. *The Theory of Environmental Policy*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.
- Baltagi, B. H. “Simultaneous Equations with Error Components”. *Journal of Econometrics*, 1981, 17, pp.189-200.
- De Bruyn, S. M. “Explaining the Environmental Kuznets Curve: Structural Change and International Agree-

- ments in Reducing Sulphur Emissions". *Environment and Development Economics*, 1997, (2), pp. 485-503.
- Eskeland, G. and Harrison, E. "Moving to Greener Pastures? Multinationals and the Pollution Haven Hypothesis". *Journal of Development Economics*, 2003, 70, pp. 1-23.
- Fisher-Vanden, K.; Jefferson, G. H.; Liu, H. and Tao, Q. "What Is Driving China's Decline in Energy Intensity?". *Resource and Energy Economics*, 2004, 26(1), pp. 77-97.
- Fisher-Vanden, K.; Jefferson, G. H.; Ma, Jingkui and Xu, Jianyi. "Technology Development and Energy Productivity in China". *Energy Economics*, 2006, 28, pp. 690-705.
- Grossman, G. M. and Krueger, A. B. "Economic Growth and the Environment". *Quarterly Journal of Economics*, 1995, 2, pp. 353-377.
- Görg, H. and Greenaway, D. "Much Ado about Nothing? Do Domestic Firms Really Benefit from Foreign Direct Investment?" World Bank Research Observer, 2004, 19, pp. 171-197.
- He, Jie. "Pollution Haven Hypothesis and Environmental Impacts of Foreign Direct Investment: The Case of Industrial Emission of Sulfur Dioxide (SO₂) in Chinese". *Ecological Economics*, 2006, 60(1), pp. 228-245.
- Hübler, M. and Keller, A. "Energy Savings Via FDI? Empirical Evidence from Developing Countries". *Environment and Development Economics*, 2010, 15(1), pp. 59.
- Keller, W. "International Technology Diffusion". *Journal of Economic Literature*, 2004, 42(3), pp. 752-782.
- Letchumanan, R. and Kodama, F. "Reconciling the Conflict between the 'Pollution-Haven' Hypothesis and an Emerging Trajectory of International Technology Transfer". *Research Policy*, 2000, 29, pp. 59-79.
- Liang, F. "Does Foreign Direct Investment Harm the Host Country's Environment?". Mimeo, Hass School of Business of UC Berkeley, 2006.
- Mielnik, O. and Goldemberg, J. "Foreign Direct Investment and Decoupling between Energy and Gross Domestic Product in Developing Countries". *Energy Policy*, 2002, 30, pp. 87-89.
- Porter, M. and van der Linde, C. "Toward a New Conception of the Environment Competitiveness Relationship." *Journal of Economic Perspective*, 1995, 9(4), pp. 97-118.
- Taylor, M. "Unbundling the Pollution Haven Hypothesis". *Advances in Economic Analysis and Policy*, 2004, 4(2), Article 8.
- Walter, I. and Ugelow, J. L. "Environmental Policies in Developing Countries". *Ambio*, 1979, (8), pp. 102-109.
- Wang, H. and Jin, Y. "Industrial Ownership and Environmental Performance, Evidence from China". World Bank Policy Research Working Paper No. 2936, 2002.
- Wayne, B. and Shadbegian, R. "When Do Firms Shift Production Across States to Avoid Environmental Regulation." *NBER Working Papers* No. 8705, 2002.

(截稿:2012年9月 责任编辑:王徽)