



经济统计学前沿系列

本书得到国家社会科学基金项目(09CTJ004、11&ZD045)

北京市社会科学基金项目(14JGB050)

中央高校基本科研业务费专项资金(SKZZX 2013008)的资助

中国地区能源利用效率: 统计测度与实证研究

赵楠 李江华 著



中国统计出版社
China Statistics Press



本书得到国家社会科学基金项目(09CTJ004、11&ZD045)

北京市社会科学基金项目(14JGB050)

中央高校基本科研业务费专项资金(SKZZX 2013008)的资助

中国地区能源利用效率： 统计测度与实证研究

赵楠 李江华 著

 中国统计出版社
China Statistics Press

图书在版编目(CIP)数据

中国地区能源利用效率:统计测度与实证研究 / 赵楠, 李江华著. — 北京: 中国统计出版社, 2015.3

ISBN 978-7-5037-7399-0

I. ①中… II. ①赵… ②李… III. ①能源利用率—经济统计—研究—中国 IV. ①F426.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 037033 号

中国地区能源利用效率:统计测度与实证研究

作 者/赵楠 李江华

责任编辑/吕军

封面设计/黄晨

出版发行/中国统计出版社

通信地址/北京市丰台区西三环南路甲 6 号 邮政编码/100073

电 话/邮购(010)63376909 书店(010)68783171

网 址/<http://csp.stats.gov.cn>

印 刷/河北天普润印刷厂

经 销/新华书店

开 本/710×1000mm 1/16

字 数/163 千字

印 张/10.5

版 别/2015 年 3 月第 1 版

版 次/2015 年 3 月第 1 次印刷

定 价/30.00 元

版权所有。未经许可,本书的任何部分不得以任何方式在世界任何地区以任何文字翻印、仿制或转载。

中国统计版图书,如有印装错误,本社发行部负责调换。

目 录

第 1 章 导 论	1
第一节 研究背景及意义	1
第二节 基本思路和方法	4
第三节 研究框架及主要内容	7
第 2 章 能源利用效率的理论与应用研究回顾	11
第一节 能源利用效率的经济学理论基础	11
第二节 能源利用效率领域的相关政策研究	21
第三节 能源利用效率的测度方法研究	26
第四节 国内围绕能源利用效率主题开展的相关研究	29
第五节 中国能源利用效率的统计实践	31
第 3 章 技术进步视角的中国地区能源利用效率测度及影响因素研究	34
第一节 引言及文献回顾	34
第二节 基于 DEA—Malmquist 方法的中国省级技术进步分解	36
第三节 中国省级全要素能源利用效率的测算	38
第四节 能源利用效率的区域聚集特征分析	40
第五节 技术进步视角下的能源利用效率影响因素分析	43
第五节 结论	47
第 4 章 引入可持续发展因素的多要素能源利用效率测度方法	48
第一节 DEA 对多要素能源利用效率的测度方法	48
第二节 DEA 测度模型中引入可持续发展因素	52
第三节 DEA—Bootstrap 测度方法	55
第四节 计算方法和过程	58

第5章 可持续发展背景下的中国地区能源利用效率分析	67
第一节 能源利用效率测算结果	67
第二节 能源利用效率的区域分析	72
第三节 可持续发展因素的区域影响差异	81
第四节 区域能源利用效率的收敛性分析	83
第五节 结论	87
第6章 中国地区能源回弹效应测度及集聚性研究	89
第一节 引言	89
第二节 回弹效应的测算模型	91
第三节 中国地区回弹效应的测算	93
第四节 地区回弹效应的集聚性分析	96
第五节 结论	98
第7章 提高中国地区能源利用效率的政策可行性分析	99
第一节 引言	99
第二节 理论基础	100
第三节 变量选取、数据来源和方法	101
第四节 实证分析	105
第五节 结论与政策建议	111
附录 Bootstrap—DEA 计算所用 R 程序	113
附表 Bootstrap 纠偏后各省能源利用效率测算结果	119
参考文献	138
后记	163

第1章 导论

本书综合考虑资本、劳动力、资源环境等约束条件,在可持续发展的背景下开展中国各地区多要素能源利用效率测度研究,通过对地区能源利用效率进行横向和纵向的比较分析,并研究地区能源利用效率与诸区域经济发展要素间的关系,为各地区制订科学合理的区域经济发展战略、合理确定节能减排目标以及制订相关政策提供参考依据。

第一节 研究背景及意义

能源是经济发展和社会生活的重要物质前提。随着中国经济的高速发展,能源需求在不断扩张,对能源利用效率的研究,日益得到学术界和政府部门的重视。根据国际能源署的统计,早在2009年中国能源消费量就已经超过美国居世界第一位,中国生产占世界不到9%的GDP总量,却消耗了世界能源消费总量的17%^①。后一比例还在继续上升,到2012年,我国能源消费量达36.2亿吨标煤,已占世界能源消费总量的20%;而中国的单位GDP能耗是世界平均水平的2.5倍,美国的3.3倍,日本的7倍,同时高于巴西、墨西哥等发展中国家^②。

提升能源利用效率,促进中国能源的可持续发展,是国家能源战略规划的重要内容,也是实现我国社会、经济可持续发展的重要保证。对中国能源利用效率的统计测度及其影响因素的分析,是衡量能源利用绩效、制订能源发展规划的重要技术前提与保障,近年来日益得到重视。

正如Patterson(1996)所指出,能源利用效率本身是一个一般化术语,可以用多种数量上的指标进行测算。当前,对能源利用效率的统计测度方法,按照影响因素的数量划分有两类思路:

第一类思路是“单一要素能源利用效率”,该方法只把能源要素与宏观经济的

① 转引自余芳东(2011)。

② 数据来源:陆佑楣,“中国单位GDP能耗达世界均值2.5倍”,《21世纪经济报道》,2013年12月2日。

总体性产出指标进行比较,不考虑其他生产要素或影响能源消费的因素。例如能源强度(Energy Intensity, 又称能源密度, 指单位产出的能源消耗)、能源生产率指标(即单位能耗的产值, 能源强度的倒数)和能源消费弹性系数。

单一要素能源利用效率指标本身包括了大量结构性因素, 如产业结构的变动、各种生产要素之间的替代以及能源投入结构的变化, 这些都将显著影响指标取值, 因此 Patterson(1996)、Boyd and Pang(2000)、Hu and Wang(2006)均认为该类指标只是测度了能源与经济产出之间的比例关系, 没有考虑其他投入要素的影响, 用于测度能源利用效率存在一定局限性。

第二类思路是“多要素能源效率指数”, 综合考虑了能源、劳动力、资本等多元投入对产出的影响, 弥补了单一要素能源效率指标的缺陷。Chan and Mountain(1990)通过指数分解将能源生产率分解为要素结构变化与技术变化两部分, 进行了多要素能源效率测度的尝试; Conrad(2000)将 R&D 作为一种额外投入, 发现技术变迁显著地影响了能源效率指数。大量后续研究通过建立不同的多要素生产框架进行能源利用效率的测度, 例如 Boyd and Pang(2000)、Hu and Wang(2006)采用数据包络技术的研究。

利用全国时间序列数据进行分析, 往往会掩盖地理空间差异, 难以得出真实结论, 还应该结合截面数据进行分析。当前新的研究方向是针对地区或行业进行综合分析, 以对能源利用效率进行更加全面的测度。目前多要素能源利用效率测度的进展主要体现在以 DEA 技术进行的区域或行业研究上。例如, Mukherjee(2008a、b)对美国和印度各地区制造业能源利用效率的研究, Schleich and Gruber(2008)对德国 19 个行业能源利用效率的研究; Honma and Hu(2008)对日本各地区能源利用效率的研究等。

从全国整体角度出发, 针对中国能源利用效率的研究, 见史丹(2002)、林伯强(2003)、蒋金荷(2004)、施发启(2006)、彭志龙等(2007)等。这些尚未深入到地区层面探讨能源利用效率。在地区层面上的测度, 处于刚刚开始阶段。Hu and Wang(2006)突破了单一要素的测度方法, 使用 DEA 计算生产前沿曲线上最优能源投入和实际能源投入的比值, 测度“中国全要素能源利用效率”。在其基础上, 徐国泉和刘则渊(2007)、魏楚和沈满洪(2007)、杨红亮和史丹(2008)、师博和沈坤荣(2008)、李世祥和成金华(2008)等通过增加生产要素、调整 DEA 模型条件等方法进行改进。

现有多要素能源利用效率测度研究的待拓展空间体现在:

首先, 现有研究对生产要素的考量大多重视资本与劳动, 对其他可能影响能源

利用效率因素的关注有待加强,应引入更加科学合理的能效影响要素以获取精确测算结果。特别需要指出的是,应关注环境因素对能源利用效率的影响。

其次,针对现有较为成熟的 DEA 技术,也应不断调整 DEA 模型的估计方法、模型假定,扩大 DEA 测算的研究视角以得到更精确、更丰富的结果。例如,师博和沈坤荣(2008)使用超效率 DEA 模型,得出了与 Hu and Wang(2006)不同的测算结果;大量地区视角的测度研究为后续研究(例如能源利用效率的收敛性和空间聚集特征研究)提供了更为丰富、相对更为微观的经验事实。

第三,现有研究对能源利用效率与技术进步之间的关系关注不够。Hu and Wang 模型使用基于投入的 DEA 模型,其前提假设条件是能源与其他生产要素之间要有较强的互补关系(Mukherjee, 2008),但由于技术条件约束,中国各地区实践未必能满足此条件。引入 Malmquist 指数的 DEA 方法能更有效地识别技术进步对于目标效率的影响,目前该方法在地区能效测度领域的应用还较少。

第四,应重视改进 DEA 估计方法的内在局限。Simar and Wilson(2000)指出,DEA 估计量其实是绝对效率估计的上限,存在高估实际效率的倾向,且估计量是有偏、不一致的,其渐进分布的一般情形难以确知;而通过重复抽样来模拟数据生成过程的 Bootstrap-DEA 方法却可在比较宽松的条件下得到一致的估计量。王亚华等(2008)使用该方法测度了中国交通行业的生产率,但此种方法在能源效率测度的应用尚不多见。

因此,能源利用效率研究存在较大发展空间,这集中体现在多要素能源利用效率的统计测度方法有待于进一步改进、纳入 DEA 测算模型的投入产出变量有待进一步丰富、地区视角的测度研究有待拓展。

本书将可持续发展因素纳入能源利用效率测算,使用经 Bootstrap 纠偏的 DEA 方法测度中国各地区能源利用效率,并应用面板数据单位根、协整检验等较为前沿的计量方法开展能源利用效率影响因素、地区能源利用效率的收敛性和聚集特征研究、能源利用效率的回弹效应分析等实证研究,研究意义体现在:

首先,地区能源利用效率的实证研究,将为能源经济理论发展提供全新的经验证据支持。各地区间不同的能源消费规模、能源产业结构和能源利用效率会对区域经济发展施加重要影响;同时,由于能源供给的可流动性、技术的外溢等因素,使得区域间能源利用效率存在复杂的互动影响,测度地区层面的能源利用效率可较为全面地反映这种现象,从而为政府管理部门科学制订能源利用政策和产业布局规划提供有价值的决策参考依据。

其次,本书将可持续发展因素纳入能源利用效率测算,可更全面反映自然资源

的约束条件以及不同种类资源的相互替代关系对能源利用效率的影响,为可持续发展理论提供更为丰富的经验证据支持。

第三,本书采用的统计方法能提供更为精确的结果。基于 Bootstrap-DEA 方法的多要素能源效率统计方法可更为全面、精确的测度地区能源利用效率;异质面板数据协整检验和面板数据协整方程估计法,可以克服面板数据非平稳性的干扰,具备更少的共线性、更多的自由度和更高的估计效率。

第二节 基本思路和方法

一、基本思路

1. 通过对国内外能源利用效率领域的相关文献进行归纳整理,构建能源利用效率的经济学理论基础。

2. 本书采用两种方法测度中国各地区多要素能源利用效率:

(1)借鉴 Hu and Wang(2006)的方法,开展常规 DEA 能源利用效率的预测算。以中国 29 个省级行政单位为研究对象,采用基于规模报酬不变假定下的常规数据包络方法(DEA)测度多要素能源利用效率。

(2)使用基于 CRS(规模报酬不变)假定的 DEA 模型,将可持续发展因素纳入能源利用效率测算,并引入 Simar and Wilson(1998、2000)发展的 Bootstrap-DEA 技术对常规 DEA 估计值进行纠偏,从而得到更为精确的中国地区(省级)层面的能源利用效率测度值。

3. 开展地区能源利用效率的扩展性研究,本书分为如下三个层面进行:

首先,对计算得到的两类地区能源利用效率进行描述性分析,分析中国地区经济与能源发展水平和变动趋势,比较分析各地区能源利用效率和诸影响因素的差异、动态变化特征以及区域间的集聚特征。

其次,开展地区能源利用效率的相关计量经济模型分析。

使用面板数据模型、面板单位根检验、Pedroni(1999,2000)开发的异质面板协整检验与 FMOLS 面板协整方程估计法等方法,构建以各类能源利用效率为因变量,以各类影响因素和资源约束性指标为自变量的各类面板计量模型,通过对模型系数的估计、比较,测度地区能源利用效率的影响因素,判断地区能源利用效率的收敛性特征并开展回弹效应的统计测度。

在能源利用效率的影响因素中,技术进步是较为重要的一种。本书将对不同

类别的技术进步对能源利用效率的影响开展专项研究。使用 DEA-Malmquist 方法对省级全要素生产率进行测度,并依照 Fare et al. (1997)的指数分解方法,将其分解为技术效率变化指数(EC)和技术进步指数(Technical Progress, TP):

$$\begin{aligned} M_{i,t+1}(x_{i,t+1}, y_{i,t+1}, x_{i,t}, y_{i,t}) &= \left[\frac{d_{i,t}(x_{i,t+1}, y_{i,t+1})}{d_{i,t}(x_{i,t}, y_{i,t})} \times \frac{d_{i,t+1}(x_{i,t+1}, y_{i,t+1})}{d_{i,t+1}(x_{i,t}, y_{i,t})} \right]^{1/2} \\ &= \frac{d_{i,t+1}(x_{i,t+1}, y_{i,t+1})}{d_{i,t}(x_{i,t}, y_{i,t})} \times \left[\frac{d_{i,t}(x_{i,t+1}, y_{i,t+1})}{d_{i,t+1}(x_{i,t+1}, y_{i,t+1})} \times \frac{d_{i,t}(x_{i,t}, y_{i,t})}{d_{i,t+1}(x_{i,t}, y_{i,t})} \right]^{1/2} \\ &= EC \times TP \end{aligned} \quad \text{式(1.1)}$$

式中, $x_{i,t}$ 、 $x_{i,t+1}$ 、 $y_{i,t}$ 、 $y_{i,t+1}$ 分别表示第 i 个地区在第 t 、 $t+1$ 时期的投入与产出向量; $d_{i,t}(x_{i,t}, y_{i,t})$ 和 $d_{i,t+1}(x_{i,t+1}, y_{i,t+1})$ 分别表示以 t 时期技术 T_t 为参照,在第 t 、 $t+1$ 生产点的距离函数。距离函数是该生产点向理想最小投入点的压缩比例,使用规模收益不变条件的 DEA 模型进行求解。当距离函数等于 1 时,生产在技术上是有效的;当其大于 1 时,生产在技术上是无效率的。

最后,在描述性分析与计量分析的基础上,开展能源利用效率相关政策的有效性分析。采用 ARDL 边限检验考察能源要素、环境因子和技术因子间的长期均衡关系(即协整关系),进而使用基于 VECM 模型的格兰杰因果检验方法比较分析各地区能源和环境要素与经济增长的因果关系,进而对各地区实施提高能源利用效率的节能政策以及环境政策进行有效性评估并提供相关政策建议。

二、主要方法

1. 描述性分析方法

构建一系列统计指标进行描述性分析,分析中国地区经济与能源发展水平和变动趋势,比较分析各地区能源利用效率的差异、动态变化特征。

2. 能源利用效率的多要素 DEA 测度方法

DEA 是一种运用线性规划的非参数估计方法,用于评价各种决策单元(DMU)的效率。本书使用规模收益不变的 DEA 模型(Charnes, 1978),基本结构为:

$$\begin{aligned} \beta^* &= \min \beta \\ \text{s. t.} \\ \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j &\leq \beta X_0 \\ \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j &\leq Y_0 \end{aligned} \quad \text{式(1.2)}$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

其中 X_j 为决策单元的各类投入要素向量,例如资本、劳动、能源和可持续发展水平变量, Y_j 为产出类向量, β^* 即为求解的技术效率。

为保证得到一致、较小偏误的估计量,我们引入针对非参数距离函数估计的 Bootstrap 纠偏技术(Simar and Wilson, 2000),通过重复抽样来模拟数据生成过程,并在模拟样本中应用原始估计量,从而近似得到原始估计量的样本分布。

3. 相关计量经济学方法

使用固定效应的面板数据模型、面板单位根检验、Pedroni(1999, 2000)开发的异质面板协整检验法,以及 ARDL 边限检验等计量工具,分析各地区能源利用效率与各类区域经济发展变量的相互关系。

三、研究的难点及解决思路

第一,多要素能源利用效率测度方法的改进。解决思路基于两点:一方面,根据中国各地区现实情况,将尽可能多的重要影响因素纳入测度框架,在包含资本、劳动、技术(人力资本)的基础上,引入可持续发展约束条件,在考虑各地区资源环境承载能力的条件下构建生产函数框架,从而赋予能源利用效率的可持续发展特征;另一方面,引入 Bootstrap 技术对常规 DEA 测度值进行纠偏,提高能源利用效率测度值的精确度。

第二,更加微观层面的地区视角对比分析。相比较于全国或者行业视角的分析,地区(或区域)视角的研究无疑能提供更丰富的信息,但加大了分析的复杂性。解决思路是选择省级行政单位和三大区域(东部、中部和西部)视角为主,兼顾七大经济带层面^①,开展地区能源利用效率的动态对比分析、收敛性分析、集聚特征分析以及回弹效应分析。

第三,基础工作量较重。实证研究需构建一系列计量模型,对于各类经济和能源变量的选取、计量模型的修正与调整,有较大的难度和工作量;此外,DEA 效率测度需要较大的数据量支撑,搜集、整理、计算过程工作量亦较为繁杂。

四、研究的创新点

本书在如下方面进行了带有一定创新性的研究尝试:

1. 对地区视角的中国多要素能源利用效率测度方法进行改良。通过引入

^① 区域分类方法详见本书第4章第四节。

Bootstrap-DEA 方法,提高能源利用效率测算结果的精确性。

2. 尽量扩展了能源利用效率的研究深度与覆盖面。例如,通过引入更为丰富的可持续发展因素,尝试得到更为全面的测算结果;围绕技术进步、回弹效应、收敛性分析、空间集聚特征等关注点,开展了地区能源利用效率的拓展性研究。

第三节 研究框架及主要内容

一、研究框架

研究框架见图 1-1。

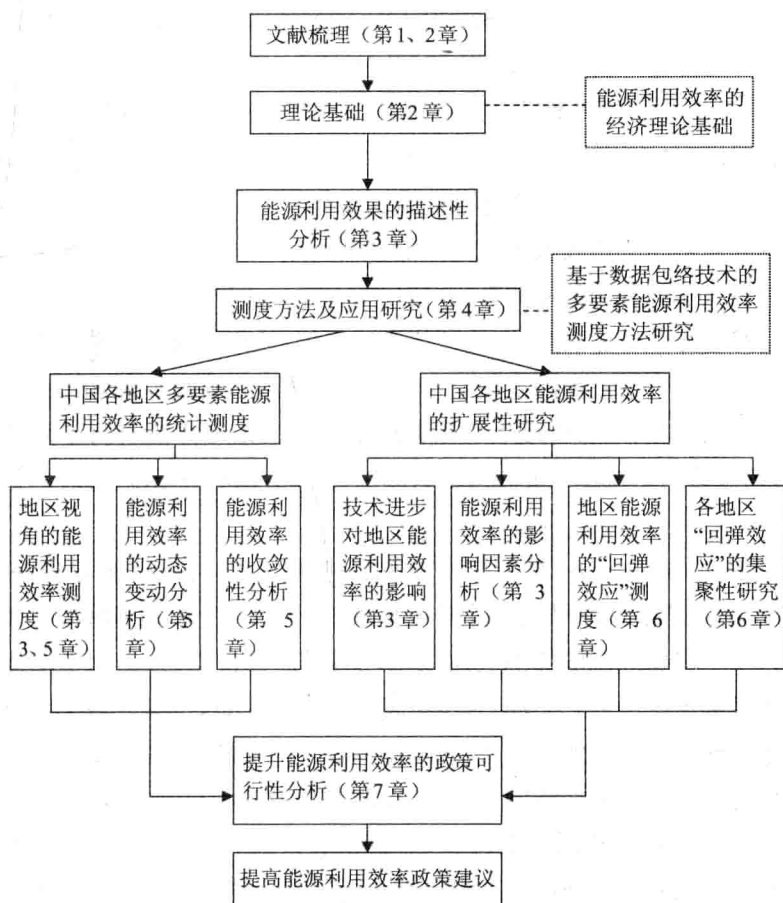


图 1-1 研究框架图

二、主要内容

本书除第1章为总体概括之外,其他章节的内容安排如下:

第2章为能源利用效率的理论与应用研究综述。包含能源利用效率的经济学理论基础、国外提高能源利用效率的相关政策总结、能源利用效率的统计测度方法归纳、国内相关主题研究综述、中国能源利用效率的统计实践等五个部分。

第3章为中国各地区多要素能源利用效率的预测度及影响因素研究。在使用常规DEA方法对中国省级行政单位能源利用效率进行预测度的基础上,基于DEA-Tobit两阶段分析框架下研究各影响因素(特别是技术进步)对地区能源利用效率的影响。以中国29个省级行政单位为研究对象,采用DEA-Malmquist生产率法将技术进步分解为前沿型技术进步与追随型技术进步两类,通过构建面板数据的Tobit回归模型对技术进步在能源利用效率提升过程中的影响机制进行较为细致的研究,发现追随型技术进步对中国各地区能源利用效率施加了显著正向影响,而前沿型技术进步作用并不明显;影响中国地区能源利用效率的诸影响因素,其正向作用力度呈现出由东向西逐渐递减的态势。

第4章开展基于可持续发展视角的能源利用效率统计测度方法研究。将可持续发展因素纳入能源利用效率测算,并使用Simar and Wilson(1998,2000)发展的Bootstrap-DEA技术对常规DEA估计值进行纠偏,从而得到更为精确的中国地区(省级)层面的能源利用效率测度值。本章对当前测度多要素能源利用效率的方法进行了归纳总结,对引入可持续发展因素的能源利用效率方法进行了较为系统的研究,并介绍了Simar and Wilson(1998,2000)发展的Bootstrap-DEA具体方法和操作步骤。

第5章使用Bootstrap-DEA技术测算了中国30个省级行政单位在1995—2010年间的多要素能源利用效率并开展扩展性分析。首先,在省级、七大经济带和三大地区三个层面开展的能源利用效率区域对比分析发现,中国平均能源利用效率的总体趋势呈现出上升态势;与经济发展水平相一致,中国区域能源利用效率呈现出由东向西依次递减的态势;而未经Bootstrap纠偏的常规DEA效率原值确实存在高估能源利用效率的倾向。其次,能源利用效率的区域聚集特征分析将30个省级行政地区的能源利用效率分成五大区域:传统高能效地区、显著改善型地区、低能效地区、能效波动地区以及中等水平能效地区;第三,可持续发展因素对不同区域的能源利用效率影响存在差异,其作用力度和方向,在不同地区有不同的表现特征:可持续发展因素提升了东部地区的能源利用效率,而对西部地区的能源利

用效率却施加了负面影响,对中部地区的影响则不明显;最后,收敛性分析证实了中国地区能源利用效率确实存在收敛性。

第6章为中国地区能源回弹效应测度及集聚性研究。以中国29个省级行政单位为研究对象,使用经过LMDI改进后的面板数据模型从省级层面对中国的能源回弹效应进行测算,并进行面板聚类分析,发现中国能源回弹效应在不同的时间段出现不同的波动性。根据区域经济发展水平和资源禀赋影响,中国各地区能源回弹效应出现较为明显的集聚特征:一类是经济发展水平最高的能源消费地区,同时也是主要的能源输入区或能源相对匮乏区;二类是资源构成较为单一、能源消费量较少的能源输入地区;三类是经济发展水平居中的能源输入地区;四类是经济欠发达的能源主要输出地区。

第7章是中国地区能源利用效率的政策可行性分析。在省域划分的基础上,将能源和环境要素纳入经济增长模型,构建含能源要素、环境因子和技术因子的长期经济增长模型,采用ARDL边限检验考察变量间的长期均衡关系(即协整关系),并在此基础上,用基于VECM模型的格兰杰因果检验方法比较分析各地区能源和环境要素与经济增长的因果关系,进而对各地区实施提高能源利用效率的节能政策以及环境政策进行有效性评估,从而为区域制定相关政策提供理论和现实依据。研究发现,各省市经济增长与各要素间存在长期稳定的联系。通过基于向量误差修正模型(VECM)的格兰杰因果检验结果,还发现能源和环境要素与经济增长间的长期和短期因果关系存在地域上的差异,表明各省市实施节能政策和环境政策的可行性程度不同,具体表现在:降低能源消费的节能政策在各地区均为可行,但有些地区必须以提高能源效率为前提,否则可能对经济增长产生不利影响;而对于有些地区,提高能源效率不是实施节能政策的必要条件。降低二氧化碳排放的环境政策,在个别地区操作可行性较高,在大多数地区则有待进一步确认。

三、未来改进方向

由于本书作者研究水平的限制,以及数据获取、理论与实证研究手段的限制,导致本书还存在一定不足,这当然也意味着未来的改进方向,现将不足归纳如下:

1. 能源利用效率的经济理论基础有待深化。本书作者原计划在世代交叠经济增长模型下构建能源利用效率的经济学理论框架,但由于研究手段的限制,此计划没有完全实现。目前对能源利用效率经济学理论基础的分析,建立在比较静态的分析框架下^①。

^① 请见本书第2章第一节。

2. 能源利用效率的测度技术有待进一步完善。在本书使用 Bootstrap-DEA 方法测度地区能源利用效率的过程中,借鉴了金培振等(2011)的技术效率转换法,实现了从全部投入的技术效率到能源利用效率的转换工作。但我们认为,直接计算法由于是在 DEA 模型中专门设定能源投入的效率参数来直接计算能源利用效率值,因此在计算能源利用效率目标值的过程中剔除了其他种类投入要素的效率信息干扰,结果较为精确,计算过程也较为简洁,代表了未来发展的方向。本书未来的重要改进方向应是 will 将 Bootstrap-DEA 技术引入直接计算法,通过编程计算进一步提高能源利用效率测度值的精确度^①。

3. 实证分析的研究视角有待进一步拓展。作者原计划开展行业视角的实证分析,构建以各类能源利用效率为自变量,以行业成长性指标为因变量的面板计量模型,测度各地区能源利用效率对不同行业的作用力度。由于缺乏地区层面的各行业关于能源利用的相关数据,此目的暂时没有实现。因此,在计量经济分析环节,现有研究主要侧重于分析地区层面的区域间能源利用效率,也开展了相关影响因素的区域对比以及各地区节能与环境政策有效性分析的研究。

^① 关于多要素能源利用效率的四种测度方法,详见本书第 4 章第一节。

第2章 能源利用效率的理论 与应用研究回顾

能源是人类社会生存和发展的重要物质基础,与人类的日常生活及社会的经济发展紧密相连,是现代经济增长不可或缺的重要因素之一。能源在其开发利用过程中,存在着诸如市场、价格、供求关系等各种各样的经济现象。但在上世纪 70 年代以前,经济学家在生产要素投入的相关研究中一般较为笼统的关注劳动力、资本和土地,而能源通常被视作原材料的一个组成部分,对能源经济的相关研究并未引起经济学界的足够关注。

有限的资源与人类无限的欲望是一对基本矛盾,这一矛盾正是经济学研究的基础,由此而引起的种种选择问题是经济学的研究对象。1973 年代的石油冲击导致全球油价飞涨,使得商品能源的消费增长率大幅下降,经济增长率因此受到严重的负面影响。在此背景下,能源经济学作为经济学的一个新的分支得以兴起和发展,并成为经济学界关注的重点。林伯强(2012)对能源经济学的概念进行了概括:它是以理论经济学为主线,综合运用其他学科,探索人类如何面对有限的能源资源并做出权衡取舍的科学^①。

提高能源利用效率是应对能源挑战的重要且有效途径。纵观能源经济学的发展过程,其研究关键领域之一就是如何提高能源利用效率与实现节能。在应对全球气候变化和能源安全问题日益得到关注的今天,越来越多的政府和组织开始对能源利用效率问题进行深入研究。

第一节 能源利用效率的经济学理论基础

一、能源利用效率的经济学含义

在探讨能源利用效率的定义之前,首先需明确经济学对“效率”的界定。“效

^① 林伯强:《能源经济学兴起》,《中国社会科学报》2012 年 8 月 24 日。

率”一词最早出现在物理学研究中,随后不同学科对其赋予了不同的含义与理论基础。在经济学的研究中,“效率”作为经济体系的一个评价标准,也得到广泛使用,经济学将“效率”定义为:在不使其他人境况变坏的前提下,如果一项经济活动不再有可能增进任何人的经济福利,则该项经济活动就被认为是有效率的。简言之,所谓“效率”,就是社会资源得到合理利用,或者说社会福利通过资源分配和运用实现了最大化。

在规模报酬不变的假设下,能源利用效率可理解为给定一定水平的经济产出所需投入的最少能源占实际能源消费的百分比。它反映了实际能源投入与目标值的差距程度。此差距越小,能源利用效率越高。

二、能源利用效率的生产函数框架

从经济学的视角看,资本和能源是生产能源服务的两种投入品,即选择能源利用效率决策时,既要考虑初始资本成本投入,也要考虑到未来运作成本,Gillingham(2009)给出了能源利用效率的生产函数分析框架:

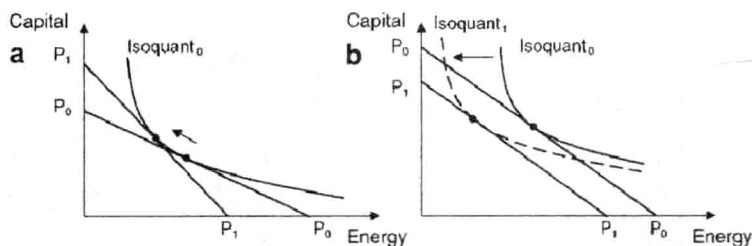


Figure 1

(a) Energy efficiency-improving substitution versus (b) energy-saving technological change.

图 2-1 能源利用效率的生产函数分析框架

在此框架下,以消费者的最优化行为作为前提,生产能源服务的等产量线为技术水平不变条件下两种生产要素投入量(资本与能源)的各种不同组合的轨迹,这条曲线上的各点代表投入要素的各种组合比例,每一种组合比例所能生产的能源服务产量都是相等的。如图 2-1 所示,当能源投入减少所导致的资本成本的边际增加量,等于能源与资本的相对价格时(即等产量线与价格的切点处),此时达到能源利用成本的最小点。在技术水平不变的条件下,此时的能源利用效率为最高。相对价格取决于资本成本的效率改善、折旧率、预期能源价格、设备利用情况和决策的时间跨度。这个分析框架既能适用于家庭层面,也能适用于更广义的部门或多部门层面。