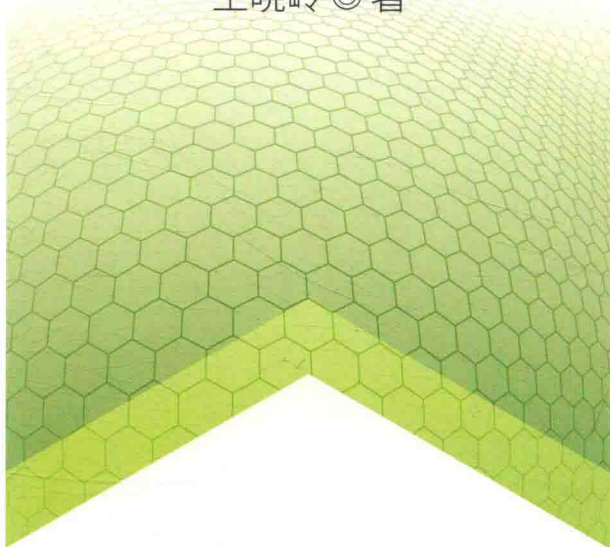


LVSEHUA SHIJIAOXIA
NENGYUAN XIAOLV PINGJIA YU
YIZHIXING TISHENG CELUE

绿色化视角下

能源效率评价与 异质性提升策略

王晓岭◎著



中国财经出版传媒集团



经济科学出版社
Economic Science Press

非
外
借

国家自然科学基金项目 (71704010; 71320107006)

教育部人文社会科学研究一般项目 (17YJC630163)

北京市社会科学基金研究基地重点项目 (17JDGLA010)

中央高校基本科研业务费 (FRF-BD-17-008A; FRF-TP-16-008A1)

绿色化视角下 能源效率评价与 异质性提升策略

王晓岭◎著

LVSEHUA SHIJIAOXIA
NENGYUAN XIAOLV PINGJIA YU
YIZHIXING TISHENG CELUE

中国财经出版传媒集团



经济科学出版社
Economic Science Press

图书在版编目 (CIP) 数据

绿色化视角下能源效率评价与异质性提升策略 / 王晓岭著. —北京: 经济科学出版社, 2018. 3

ISBN 978-7-5141-8944-5

I. ①绿… II. ①王… III. ①能源效率-研究-世界
IV. ①F206

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 329502 号

责任编辑: 周胜婷

责任校对: 靳玉环

责任印制: 邱 天

绿色化视角下能源效率评价与异质性提升策略

王晓岭 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编: 100142

总编部电话: 010-88191217 发行部电话: 010-88191522

网址: [www. esp. com. cn](http://www.esp.com.cn)

电子邮件: [esp@ esp. com. cn](mailto:esp@esp.com.cn)

天猫网店: 经济科学出版社旗舰店

网址: [http: //jjkxchs. tmall. com](http://jjkxchs.tmall.com)

北京财经印刷厂印装

710 × 1000 16 开 10.5 印张 160000 字

2018 年 3 月第 1 版 2018 年 3 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5141-8944-5 定价: 48.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换。电话: 010-88191502)

(版权所有 翻印必究 举报电话: 010-88191586)

电子邮箱: [dbts@ esp. com. cn](mailto:dbts@esp.com.cn))

前 言

因能源独特的经济属性、环境影响和战略意义，能源效率的提高已经成为各国促进经济发展、保障能源安全、应对气候变化和提高环境质量的有效方式。考虑到国家间能源效率水平差距是客观存在的，能源效率的全面提升与追赶，也被看作是后发国家破除国内资源环境约束、应对气候变化谈判、抢占新一轮发展制高点、实现绿色包容增长的关键战略。为此，识别国家间效率水平的差距、落后国家对先进效率水平的追赶以及影响能源效率追赶的异质性因素，就成为学术界和相关政策制定者共同关注的焦点。

在此背景下，本书选择代表性较高且经济层次多样的二十国集团（G20）作为观测对象，基于该样本 2000 ~ 2010 年面板数据，利用适用性技术和方法，通过分组分析（将 G20 细分为发达国家组、金砖国家组和其他发展中国家组），形成对国家间能源效率差异性、追赶性以及关键追赶因素的探讨。一是从绿色化视角出发，基于“能源—环境—经济（3E）”系统和外部性理论，形成考虑环境约束的能源效率界定（以下简称“能源效率”）。进一步构建非期望 EBM（epsilon-based measure）模型，形成对 G20 国家及其子集团能源效率的测算和比较，识别各国效率水平、变动趋势，以及 G20 效率最优前沿（即“标杆型国家”）；并利用非参数组间差异检验技术，明确国家间能源效率水平差异的显著性。二是利用能源效率的全局 ML（global Malmquist Luenberger）指数，识别效率增速较快国家（即“追赶型国家”）。通过构建能源效率的绝对条件和随机收敛模型，对能源效率的追赶性和组间效率追赶状态与特点进行观察。三是根据“标杆型”和“追赶型”国家效率提升的实践，结合重点文献与相关理论，进一步从结构调整和制度优化视角出发，构建能源效率动因的分析框架。在此基础上，通过面板 Tobit 分组回归分析，识别关键结构性和制度因素对不同类型国家效率变动的作用方式和影响程度，提炼出不同类型国家实现效率提升的异质性策略。

基于以上分析，得到本书的主要结论：

(1) 在观测期内，G20 整体的能源效率出现了微弱下降趋势。发达国家的能源效率水平仍处于领先地位，其次为除金砖国家以外的其他发展中国家，金砖国家平均效率水平最低；尽管如此，金砖国家在观测期内实现了能源效率的快速提高，不断向其他发展中国家效率水平靠近，并体现出了对发达国家的追赶态势。此外，G20 各组效率差异在较高水平上拒绝原假设，说明国家间效率差距是显著存在的；从个体国家来看，美国、英国、法国实现了 G20 中相对的最优效率，巴西则为金砖国家中效率相对最优的典范；中国能源效率值排名第 18 位，仍然处于较低水平，不但显著低于 G20 先进水平，并且显著低于金砖国家平均水平。

(2) 二十国集团中俄罗斯和韩国在观测期内效率增速最快，印度尼西亚则为发展中国家中增速显著的代表；从收敛情况来看，绝对收敛在 G20 中是显著存在的，说明国家间的能源效率追赶是显著存在的；从组间收敛结果看，以中国为代表的金砖国家在观测期内形成了对其他发展中国家效率水平的逼近和对发达国家的追赶，其他发展中国家与发达国家的效率差距则出现了微弱的扩大；能源效率的条件收敛在组间检验中显著存在，即不同发展基础和特点的国家会逐渐收敛于各自稳态，说明效率低的国家和效率高的国家间能源效率的绝对差异虽然会不断缩小，但在短时间内，国家间效率的差异并不会彻底消除；随机趋同现象在三个组别内均具有一定的存在性，说明不同类型国家之间的效率保持着相对稳定的变化路径，国家层面能源效率的提升是一个长期而缓慢的过程。

(3) 从影响效率提升的因素来看，化石能源消费比重的提高在整体上抑制了各国能源效率的改善，但其改善作用的显著性不同；产业结构高级化对发达国家组和其他发展中国家组产生了不同程度的促进作用，但对金砖国家组效率提升产生了抑制效果；城市化水平的提高对发达国家和其他发展中国家的能源效率提高均产生了一定的抑制作用，但却显著促进了金砖国家的能效改善；贸易顺差规模的扩大，有力地促进了发达国家的能源效率优化，对金砖国家则起到了显著的抑制效应；资本深化过程有利于发达国家的能源效率水平的提高，但刺激了金砖国家和其他发展中国家能源效率恶化；政府效能对发达国家和金砖国家的能源效率提高起到了积极的效果，但在其他发展中国家

中则出现了不显著的抑制性，出现了“政府效率悖论”迹象；外商直接投资在金砖国家和其他发展中国家中均出现了“光环效应”，说明“污染避难所”假说在 G20 样本中并不存在。

根据影响效率追赶因素的差异性作用方式和程度，本书提出，以金砖国家为代表的效率较低但效率增速较快的国家，应重点关注城市化水平的提高、政府效能的优化，并通过贸易结构调整以及重新部署资本深化过程中的投资和技术重点，以实现能源效率追赶；其他发展中国家应积极通过产业结构高级化以及扩大 FDI 规模来避免能源效率的恶化。同时，也要高度关注资本深化过程中对投资重点和技术结构的调整。

通过以上能源效率提升的国际比较研究，进一步提出中国情境下能源效率追赶路径与综合能源效率治理方案。具体包括：能源结构要向低碳化、清洁化与规模化转变；产业结构强调合理化、高级化、绿色化发展；贸易结构需要将短期和长期调整相结合；技术结构调整则应着重通过技术重点调整和适用性技术推广实现绿色技术转型；空间结构则应兼顾城乡布局、东西均衡以及城市内空间优化；在投资结构方面，积极推动外资利用从“重规模”向“重质量”“重结构”和“重效率”转换；此外，还应从绿色治理目标、手段和能力方面，提高能源效率综合治理能力，以促进中国能源效率的全面提升。

目 录

1 绪论	1
1.1 研究背景与意义	1
1.2 国内外研究进展	8
1.3 主要内容与研究思路	18
2 理论基础	23
2.1 3E 系统分析及发展	23
2.2 外部经济与外部性	26
2.3 绿色化与绿色增长	27
2.4 收敛性与追赶理论	29
2.5 结构优化相关理论	31
2.6 本章小结	33
3 分析框架及研究假设	34
3.1 分析框架	34
3.2 样本变量	37
3.3 研究假设	41
4 能源效率测度及比较研究	47
4.1 分析思路及框架	47
4.2 方法比较及优选	48
4.3 指标选取及处理	50
4.4 实证分析	54
4.5 本章小结	63
5 能源效率收敛及追赶检验	66
5.1 分析思路及框架	66

5.2	模型比较及选择	66
5.3	指标变量选取	70
5.4	实证分析与检验	70
5.5	本章小结	85
6	能源效率异质性提升研究	88
6.1	分析框架构建	88
6.2	估计方法比较	90
6.3	指标数据来源	90
6.4	实证检验分析	96
6.5	本章小结	117
7	结论建议与研究展望	120
7.1	主要结论	120
7.2	对策建议	125
7.3	研究展望	132
附录	典型国家效率提升的实践	135
参考文献		145

1 绪论

1.1 研究背景与意义

本节从三个层次论述能源效率研究的相关背景——全球时代背景、新兴市场挑战和中国独特情境，提出本书的主要研究问题——以中国为代表的能源低效率国家如何通过结构调整和制度优化，尽快实现对世界范围内高效率水平的追赶。在此基础上，进一步凝练出本书的理论意义与现实意义。

1.1.1 研究背景

能源是人类社会实现文明与进步不可或缺的基础^[1]。能源因其独特的经济意义（例如石油被誉为“工业的血液”）、环境影响（当前碳排放的最主要来源，以及开采、运输、应用过程中的污染排放问题）和社会属性（对人类文明和幸福感的贡献），对“经济—环境—社会”的协调发展起到关键作用。但是在过去相当长的历史中，粗放式、高消耗的资源开发利用模式以及对环境可持续和生态保护思想的相对滞后，已经在世界范围内形成了资源约束趋紧、环境容量锐减、经济增长“尾效”的多重困境。不仅如此，能源本身超越一般性资源和商品的独特战略属性，更决定了能源效率的研究对各国政府和相关组织的重要意义。

1.1.1.1 对全球而言

(1) 全球性能源危机。随着人口规模膨胀、经济发展需求和工业化、城市化进程的推进,人类对自然资源,尤其是以煤炭、石油和天然气为代表的不可再生能源的开发利用规模呈现出几何级数的增长。与此同时,对于自然资源的补偿机制和替代效应远远落后于对资源的开采速度。非可持续发展的资源开发模式,直接导致了全球性的资源耗竭和稀缺,并不断引发国家间或地区间的资源竞争与冲突。在此背景下,如何利用有限资源创造更多的财富,逐渐受到了重视。尤其是20世纪70年代两次石油危机的爆发,引起了世界范围内对能源效率的高度关注。出于对能源安全的考虑,许多国家开始关注能源经济效率的提升路径和管理模式,以期通过能源利用水平的优化降低外部依赖,增加本国资源保障能力。

(2) 全球性减排压力。20世纪80年代后期,随着化石能源开发利用而导致的环境和生态问题的凸显,能源利用的负外部性得到了高度重视。其中,气候变化问题迅速成为国际政治、经济、法律、外交和环境领域的热点和焦点。气候变化被看作是“超级邪恶的问题(super wicked problem)”,具有紧迫性(time is running out)、无政府状态(no central authority)、解决问题的同时可能带来问题(those seeking to end the problem are also causing it)和政策的短期行为(policies discount the future irrationally)等特征^[2],而导致该问题的主要原因正是化石能源,尤其是煤炭的大量消费。二氧化碳排放对环境系统的直接影响,以及其“持久性”“积累性”“流动性”而带来的代内、代际公平问题,成为迈向可持续发展的极大障碍。此外,随着发达国家国际碳排放总量控制和“碳关税”的设定,低碳化已从简单的环境与可持续发展问题演变成一场政治与经济的外交博弈,国家低碳经济的发展水平与能级成为了其参与国际竞争的重要筹码^[3]。而能源效率的提高已经被世界自然基金(World Wildlife Fund, WWF)、全球能源技术战略计划

(Global Energy Fechnology Strategy Program, GTSP)、政府间气候变化委员会(Intergovernmental Panel on Chimate Change, IPCC)共同看作是控制以二氧化碳为代表的温室气体排放的关键措施^{[4]-[7]}。

(3) 全球性经济疲软。受制于资源环境约束,以及历史性重大创新的缺乏,进入 21 世纪后,许多发达国家的经济增长进入了“瓶颈期”。受 2007~2008 年金融危机冲击,多国经济增长速度出现不同程度下降、经济体内外不确定因素增多,世界经济出现了“低增长、低需求、低通胀”的特点和态势。在此背景下,能源效率的重要性再一次得到凸显:一是通过能源效率的提高降低经济系统的能源依赖和需求;二是通过以新能源为代表的清洁科技和绿色产业的发展,促进就业、激励创新,形成新的经济增长点。

(4) 国家间差距显著。根据现有的统计数据及相关分析,世界各国的能源利用水平差距是非常显著的。以美国能源情报署 EIA (U. S. Energy Information Administration) 数据库中的能源强度统计指标为例,2010 年 G20 各国基于购买力平价的单位 GDP 能源消耗中,英国的能源强度最低,单位产值能耗为 4177.85Btu (注: Btu 为英国热值单位);俄罗斯的单位美元能源消耗最高,达到了 14744.03Btu。不仅是单一要素能源效率差距较大,现有涉及全要素能源效率的跨国比较分析结果,也都反映出了国家间能源效率水平的显著差异性^[8]。

由此可见,能源效率的改善是一国经济体综合促进经济发展、保障能源安全、应对气候变化和提高环境质量的有效方式。作为实现低碳绿色发展的重要基础和支撑,能源系统的革命性变迁与全面优化已经成为当前世界各国发展战略中的重点。

(5) 以金砖国家为代表的新兴经济体,面临着更为严峻的压力和挑战。第一,以金砖国家为代表的新兴市场,在近几年经济快速增长的过程中,大多体现出资源依赖型的粗放式特征,导致能源需求迅速扩张,构成了目前全球能源需求增量的主体;第二,国际碳排放治理和管制的博弈日渐激烈。大部分的新兴经济体虽然在“共同但有区

别”的保护下获得较小的减排份额，但从长期来看，新兴市场将面临愈加严格的排放管制和约束。第三，后金融危机时代与后哥本哈根时代，传统产业的发展模式对经济增长的带动作用日趋减弱，并带来大量的环境、社会问题。以能源效率技术为代表的清洁科技产业，能有效促进国家多个部门的落后技术实现“蛙跳”，实现对世界先进水平的追赶和超越^[9]。第四，根据相关国际统计（如前述的 EIA 能源强度指标）和文献资料，金砖国家中除巴西以外，其他几个国家能源效率仍处于较低水平，能源效率追赶压力较大^[10]。

由此可见，能源效率的全面优化也是后发国家破除国内资源环境约束、应对气候变化谈判、抢占新一轮发展制高点、实现绿色包容增长的关键战略与核心议题^[11]。能源效率的国际比较，也相应成为各国政策制定者共同关注的重点^[12]。

1.1.1.2 对中国而言

在中国，能源效率的研究有着更为独特的背景：

（1）能源消费量大，资源约束趋紧。进入 21 世纪，尤其是 2002 年新一轮的重工业化进程开始，中国经济增长的能源依赖度就得到了进一步的加强，能源消费需求大幅增加，并于 2010 年成为全球能源消费第一大国。以石油消费为例，2012 年中国石油消费总量高达 4.84×10^8 吨，其中石油需求缺口为 2.76×10^8 吨，对外依存度超过了 50% 的“警戒线”^[13]。2013 年，我国能源消费量已占全球总消费的 22.40%，构成全球能源消费净增长的 49%。大量的能源需求以及日益增长的对外依存度，一方面降低了中国能源安全水平，增加地缘政治风险，另一方面也使得国内经济更容易受到国际能源市场价格波动的影响。

（2）碳排放量激增，气候谈判制约。中国急剧增长的能源消费，以煤炭为主的能源消费结构（煤炭消费占一次能源消费总量的 70% 左右），以及相对滞后的新能源规模化应用，都成了二氧化碳排量增长的主要因素。根据相关统计，中国的温室气体排放总量自 2007 年起已

经位居世界之首^[14]，2012年又以92.7亿吨的二氧化碳排放量成为全球碳排放第一大国。2014年，中国人均碳排放量超过欧盟人均碳排放水平，进而面临着全球气候治理的巨大压力 and 后京都时代日益趋紧的减排约束。此外，发达国家气候治理新规则所形成的诸多刚性约束，包括利用气候变化问题对中国施压的频率和强度不断提高、制造以碳关税为代表的“绿色贸易壁垒”，形成了中国环境气候治理的“倒逼机制”。

(3) 能源消费依赖，环境污染恶化。虽然中国实现了30年经济高速增长的奇迹，但其能源依赖型增长方式也带来了日益凸显的资源约束、生态退化和社会问题。其扩张的模式依然是“数量型”的，也就是在根本上未能摆脱“高消耗、高排放、低利用”的特征，导致了经济增长与资源短缺、生态退化之间的矛盾日渐加深。

(4) 人均能源量少，结构失衡严重。中国的能源资源总量比较丰富，但从人均占有量来看，则普遍低于世界的平均水平。以石油和天然气为例，中国的人均剩余可采储量不及世界平均值的十分之一。除了人均能源水平较低外，中国的能源分布也出现了地理上的失衡，尤其是传统常规能源的生产地与消费区（能源消费和需求地）出现较大偏差，构成了能源资源的长距离运输压力和大量的能值损耗，不利于能源综合效率的提升。

(5) 能源产出率低，提升潜力较大。中国能源利用水平近年来得到了显著的提升。以能源强度为例，2000~2013年，中国的能源强度从 1.31×10^4 t 标准煤/元下降到 0.66×10^4 t 标准煤/元，但仍与主要发达国家存在较大差距，且低于世界平均水平。仍以EIA的能源强度指标为例，2010年基于购买力平价的中国能源消费强度是英国的2.5倍，是世界平均水平的1.4倍。但同时，目前的研究结论也从另一个角度说明中国能源效率提升具有较大空间和潜力。

由此可见，能源综合利用水平的全面提高，将有效地推进中国经济发展模式的战略性转变。同时，加快缩小与世界先进水平的差距，

更直接关系到我国在处理国际政治经济问题中的地位与影响力。总而言之，能源效率尤其是考虑环境影响的效率提升，是实现绿色增长的关键。在此背景下，客观地识别中国在世界中的能源效率相对水平，尤其是在环境影响约束下的能源效率的位置，以及与世界先进水平和平均水平的差距，进一步明确中国综合能源效率实现追赶的影响因素和关键路径就变得十分必要和紧迫。

1.1.2 研究意义

1.1.2.1 能源效率国际比较研究的理论意义

(1) 能源效率分析框架与方法的探讨。基于能源效率研究前沿和相关理论的梳理，形成对国家层面能源效率测算框架，尤其是环境约束下的能源效率测算的分析视角、相关理论和计算方法的有益探讨。

(2) 能源效率收敛与追赶状态的分析。通过本书的研究，对观测期内样本国家间的收敛状态、速度和特征进行观察，分析主要国家组织在环境约束下的能源效率上是否出现了追赶及收敛现象，并对国家间实现效率追赶的前提和特征进行识别与讨论。

(3) 能源效率追赶理论的进一步探索。基于结构调整和制度优化的分析视角，通过低效率国家追赶高效率水平的关键路径的比较和分析，进一步明确不同类型的经济体能源效率优化的重点领域和方向，形成对国家层面能源效率追赶理论的探索。

1.1.2.2 能源效率国际比较研究的实践意义

能源效率的提高已被越来越多的国家看作是促进经济可持续性、提高国家能源安全、缓解气候变化压力、提升综合竞争力的最有效、成本最低的方式^[15]。本书的研究将从以下方面对能源效率的管理实践提供相关建议和工具。

(1) 关于能源效率政策。一是国家层面效率测算,不仅考虑了能源消费的经济产出,又考虑了在能源利用过程中所造成的环境影响。基于对世界主要国家环境约束下的能源效率的测度比较,以及国家间追赶态势的评价分析,有助于对现行的能源气候政策目标体系进行改进和调整。二是国际比较研究中,在充分考虑到各经济体之间的资源禀赋、经济阶段、地理文化的差异的前提下,形成对不同类型国家能源利用效率水平的差异化结论,有助于从全球尺度更加科学合理的设计节能减排战略规划。三是根据不同类型国家能源效率优化和追赶的关键路径,识别各经济体能源效率改进和提升的“主攻方向”,制定有针对性的政策建议。

(2) 关于能源效率分析。本书的实证研究,能够为相关机构、部门或研究人员提供环境约束下国家层面能源效率的分析框架、理论支持、研究视角、分析思路的相关参考;同时,本研究中的 G20 样本资料,相关的统计数据,指标的选取、来源和数据的处理方法,分析过程中的主要分析工具和技术,能够为相关的研究提供一定的参考和借鉴。

1.1.2.3 能源效率国际比较研究对中国的意义和价值

(1) G20 内部的定位认知。通过二十国集团的效率测度和比较,形成对中国能源效率水平与变动态势的客观认知(包括与世界发达国家、与金砖国家之间的差距认知),明确中国能源效率提高所面临的现实压力。在此基础上,识别中国实现能源效率追赶的关键路径和重点领域。

(2) 提供宏观政策的参考。能源效率提升离不开宏观政策框架以及政策工具的合理设计。通过能源效率测度及提升路径的国际比较研究,为我国能源全面管理、结构优化、系统提升提供宏观政策的理论和实践支持。

(3) 支持规划制定实施。环境约束下能源效率提升路径的研究以

及相应对策建议的提出,对能源效率规划的制定和实施也能够起到有益的支持作用,促进我国绿色经济发展中两个重要“拐点”的实现——“到2020年,在二氧化碳排放增长显著减慢的情况下,保持经济快速增长,继而在二氧化碳排放基本不增长的情况下实现经济增长;到2030年,二氧化碳排放绝对量减少的情况下,经济保持持续增长,使中国2050年的二氧化碳排放下降到2005年的排放水平甚至更低”^[16]。

1.2 国内外研究进展

受资源保障能力、环境容量制约、全球性能源安全和应对气候变化的多重影响,资源环境约束对区域社会、经济发展的压力日趋强化,能源的有序开发和高效利用已经成为世界各国经济、社会、环境发展面临的极大挑战与亟待解决的重大议题。在此背景下,能源效率的研究引起了各国政府、相关机构和学者的广泛关注,能源效率客观评价、动态监测、优化提升的理论方法、实证分析、工具选择的研究成果日渐丰富。由于能源资源分布广泛、形态多样、差异显著,国内外对能源效率的概念并没有形成统一而严格的界定,能源效率的相关研究也随之出现了较大的学科差异和区域特色。因而,理清效率的发展脉络、热点分布、演化路径和研究前沿,能为本书提供文献支持。在此基础上,进一步结合本书的研究目的和分析思路,选择更为有效的分析视角和切入点。

1.2.1 能源效率内涵与宏观测度

“能源效率”本身是个多维尺度概念,不同的社会环境、时代背景与学科设置下,“能源效率”的具体内涵也会体现出相应的差异^[17]。

为了对文献研究进行更有针对性的梳理和总结,结合本书的主题和分析思路,将“能源效率”限定为宏观层面的、基于经济和环境分析的能源利用水平探讨。在此框架下,能源效率最初的基本概念是指:在既定产出下消费更少的资源,或者在既定资源消耗的前提下形成更高的收益^[18]。但随着近年来全球范围内因能源开发利用而带来的资源(尤其是不可再生资源)耗竭、气候变化、生态退化等挑战日益严峻,经济增长和社会发展的“能源、环境尾效”日益凸显,能源效率的内涵也随之被修正为“以最少的能源消耗获得最大的经济产出,并且将环境的负外部性降到最低”,以体现能源、经济、环境系统的协调统一^[19]。

总体来说,该主题内的研究对象、分析视角与评价方法在不断的改进、创新和丰富^[20]。研究层面包括了微观企业^[21]、中观产业^[22]、宏观区域^[23]和国家组织^[24]能源效率的测度;研究对象涉及单种资源、分类资源(比如可再生和不可再生能源;一次能源和二次能源)和总量资源(能源总量)^[25];研究方法以参数法(stochastic frontier analysis, SFA)和非参数数据包络分析(data envelope analysis, DEA)应用最为广泛和成熟;分析视角涵盖了静态效率比较、多阶段效率测算和动态效率演化^[26]。

由于能源效率本身的意义重大,相应的指标选取、评价体系、测算方法一直是近年来宏观经济和资源环境管理领域内的研究热点,更是决策者制定能源政策的重要基础和有效工具^[27]。目前,宏观能源效率测度主要涉及三个维度——评价体系的构建、相关指标的选择以及评价分析技术的进展。从宏观能源效率的分析框架来说,其发展演化趋势与国际社会对“能源—经济—环境”互动关系的认知和态度保持了高度的“一致性”。

(1) 从分析视角上看。1972年罗马俱乐部(Club of Rome)发表的《增长的极限》(*Limits to Growth*),明确提出由于自然资源的有限性,经济的发展不可能无限制地持续下去。1973年石油危机爆发,出