

金融发展与中国能源效率的影响因素研究

姜宝珍¹, 童 杨¹, 陆 洲²

(1. 浙江工业大学 经济学院 浙江 杭州 310000; 2. 天津商业大学 经济学院 天津 300134)

摘要: 基于 2003 – 2019 年中国 29 个省市的面板数据, 采用非径向 DEA 数据包络模型计算全要素能源效率, 建立 Tobit 模型, 验证金融发展对能源效率的影响效应, 并通过中介效应来阐释其内在的影响路径。研究结果显示, 中国能源效率空间上看自西向东逐步提高, 时间上看与金融发展有大致相同的增长趋势; 金融发展对全要素能源效率具有显著的促进作用; 对外开放与能源效率正相关, 而政府影响力、外商直接投资与之负相关; 金融发展对能效提高的促进作用存在技术进步的中介效应。这表明, 推动金融发展, 同时为创新和研发提供金融支持以实现技术进步, 能有效提高能源使用效率。

关键词: 金融发展; 能源效率; 技术进步; 中介效应

中图分类号: F206; F832 **文献标识码:** A **文章编号:** 2095 – 0098(2020) 06 – 0022 – 11

对能源需求影响因素探讨的文献纷繁复杂, 通常包括能源价格和结构、产业结构、政府财政支出、市场分割以及工业占比等(魏楚 2007)^[1]。但考察金融发展对能源效率影响的文献还较为少见。而金融发展可以从多种渠道影响能源需求。首先, 金融借贷有助于消费者汽车、空调等高能耗产品。但预算约束较强的群体则可能会使用木材、煤炭等高排放的燃料, 从而直接影响能源效率。其次, 企业也可以从金融发展中受益, 比如能支付更为节能和环保的设备, 这有利于能源效率的提升。此外, 证券市场发展所带来的财富效应会直接推动消费者和企业对耗能产品种类和数量的需求, 这些都会直接影响能源效率。面对日益严峻的气候和环境变化, 各国为提升能源安全, 都在积极寻找提高能源使用效率的途径。据 IEA 测算, 全球若在所有经济层面的能效提升措施得以实现, 每年可使能源强度降低 3% 以上。中国作为能源消耗大国, 要实现可持续发展, 必须着力于能源生产和消费方式的转变, 加快高能耗部门转型, 积极发挥金融市场的作用以提升能源使用效率。

一、文献评述

国内众多学者对能源效率的影响因素进行了深入研究。魏楚(2007)等的计量检验结果显示, 产业结构优化对能源效率呈现正向影响, 政府财政支出和对外开放程度与之相反, 经济制度因素的作用效果则并不明显^[1]。李世祥(2008)等研究发现, 技术进步及其在不同地区间的扩散以及能源价格机制的市场化改革, 对提高能源使用效率有着至关重要的作用^[2]。师博(2013)等在研究中指出, 在市场机制作用下, 能源效率受

收稿日期: 2020 – 06 – 18

基金项目: 浙江省自然科学基金(LZ20G010002; LY18G030040; LY20G030024); 浙江省属高校基本科研业务费专项资金项目(GB201902002); 天津市哲学社会科学研究规划项目“利用本土市场效应促进天津市企业嵌入‘一带一路’价值链以提升跨境电商市场势力研究”(TJYY17 – 016); 浙江工业大学人文社科预研基金资助项目

作者简介: 姜宝珍(1965 –), 女, 浙江江山人, 副教授, 研究方向为金融理论与实践。童杨(通讯作者)。

企业集聚的显著影响,两者间呈现“U型”关系^[3]。薛静静(2013)等认为,中国能源效率与区域经济发展水平都在持续提高,从沿海到内陆两者在地理上都呈逐级递减趋势,且相互间的协调性随着地区经济发展水平的提高而有所增强^[4]。陈关聚(2014)指出,重工业较轻制造业能耗更大,同时能源使用效率也更高^[5]。此外,煤炭使用量对能效有着显著的负面影响,改善能源结构能较好地促使能源使用效率的提高。

现有文献大多侧重于研究经济增长、产业结构、能源结构以及对外开放等要素对能源效率的影响。事实上,近年来,随着市场的不断发展壮大,金融在多方面的重要性不但日渐显现,其独有的资源配置功能在促进社会经济效率尤其是能源效率提升方面也逐步受到重视。目前,国内外对金融发展与能源效率间联系的研究仍处在探索阶段。Greenwood和Jovanovic(1990)在研究中强调,金融机构在充当中介角色时能有效克服信息摩擦,在充分掌握有关价值信息的基础上,能有效改善投资双方信息不对称从而节省交易费用^[6]。这有助于将资源配置给生产率最高的部门,从整体上提高能源使用效率。类似地,Levine(2004)指出,完善的金融体系可以缓解企业面临的外部融资约束,降低信息和交易成本,改善公司治理、风险管理和资源配置,从而推动经济增长^[7]。

Bencivenga和Smith(1991)论证了金融发展在促进经济增长中所发挥增加流动性的作用,避免因流动性不足导致资本配置不当,激励更多企业将资金投向回收期长但更为高效环保的绿色产业^[8]。Jeanneney(2006)等研究表明,金融发展可通过提高资本配置效率,为研发和创新行为提供资金支持,并有效拓展私营部门融资渠道,从而提高技术效率和能源使用效率,进而推动生产力发展^[9]。Sadorsky(2011)指出,金融风险和借款成本的降低,使国家和企业有机会获得更多的资金流以及前沿的节能产品和尖端技术^[10]。另一方面,探讨了股票市场发展带来的财富效应,认为股票市场活动的增加有助于企业和消费者风险分散,从而间接推动能耗的增加。Farhani(2017)认为,金融部门通过鼓励企业在生产过程中采用新技术从而降低能源需求,并以美国为例,说明了金融发展有助于能效技术的提升,认为在对新兴经济体进行能源需求预测和能源政策制定时,将金融发展纳入解释变量十分必要^[11]。周力(2013)等基于低碳视角就中国金融发展对能源效率的影响进行了考察。结果显示,金融发展是能效提高的格兰杰原因,且两者从长期来看存在稳定的协整关系,经方差分解得出金融发展作为解释变量对能源效率影响显著^[12]。韩旺红(2013)等以中国工业行业为研究对象,借助审查回归模型验证了金融发展对全要素能源效率的影响,认为金融中介发展对能效提升存在显著的正向影响,同时,金融市场的发展状况对能效提升的影响却不明显^[13]。

从现有研究来看,多数学者主要聚焦金融发展对能源效率影响的实证分析,且侧重于以行业和国家整体为研究对象。本文不但对相关理论进行补充和完善,还通过引入技术进步这一中介变量,尝试阐明金融发展对能源效率的影响及其作用路径。此外,本文还利用2003–2017年全国29个省份的省际面板数据进行实证分析,分别验证金融发展对能源效率的促进作用及其基于技术进步的中介效应。最后,结合理论和实证研究结果,我们提出了针对性的政策建议。

二、金融发展影响能源效率的理论依据及作用路径

(一) 金融发展促进能源效率的理论依据

金融有助于促进能源效率提升。早在1993年,Merton和Bodie就提出了金融功能主义理论观点(Functional Perspective)。该理论认为,金融主要依靠三种途径来促进社会经济的发展。首先,金融动员了社会游离资金的聚集和流通。充足的资金保障为经济增长提供了助力;其次,金融系统以其独特的信息优势,大大节省了信息搜寻产生的交易成本,从整体上提高了资源配置效率。同时,金融系统定向选择功能促使资本流向高效率的部门,由此对相关产业产生一种激励效应,推动其实现技术创新与进步,最终促进经济增长;再次,金融体系通过跨期及横向风险分担,有效降低参与者投资风险,有助实现以技术创新为主导的经济增长模式转变。总体来说,在环境不确定的形势下,金融通过实现经济资源的聚拢及其在不同国家或地区、不同时间上的合理配置,并即时分散和化解实体经济风险,从而助益经济和社会发展。

众多学者还从不同角度对金融功能做了进一步的细分。其中,Levine(1997)指出,金融体系除了上述资源配置和风险管理功能外,还能促进产品和劳务交易,监督管理者以优化公司治理并引导社会储蓄,维持资源的流动性^[14]。Schumpeter(1911)认为,银行作为金融机构,在分配社会储蓄时优先考虑生产效率高的企业,从而促进技术革新和生产力的提高^[15]。然而,Diamond(1983)、Williamson(1987)、Greenwood(1990)等却认为,银行业对经济增长的积极作用是通过吸引外资和提高储蓄率来实现的^[16-17]。

碳金融的发展也有助于提升能源效率。SoniaLabatt等(2007)研究了低碳约束条件下,如何对金融市场工具进行有效利用,以此来转移环境风险并实现环境目标^[18]。Garcia等(2008)则认为,运用金融手段来降低碳排放以应对气候变暖是该理论最根本的出发点和落脚点^[19]。Li和Yu(2010)在对碳市场、电力市场与可再生能源市场的研究中发现,碳金融衍生出的一系列碳排放交易政策,通过鼓励消费者和企业开发新技术、提高生产效率、使用绿色清洁能源等,能够推动能源市场的结构转型,进而从整体上提高能源效率^[20]。Joltreau和Sommerfeld(2019)研究发现,在欧盟碳排放交易系统的约束下,企业非但没有因为购买碳排放配额所增加的成本而降低竞争力,反倒是由此获得了创新的动力^[21]。Rogge等(2011)在对同样处于欧盟碳排放交易系统下的德国电力行业做了实证分析,也得出了企业技术创新受到激励的结论^[22]。除了碳排放权交易外,有学者认为应该倡导金融中介机构增设碳金融服务,一方面为企业开发低碳相关技术提供专业咨询,另一方面以投融资的形式为企业低碳化改进提供资金上的支持,克服研发过程中的投资障碍。综上所述,碳金融服务体系的构建,能够助力实现实体经济向绿色经济的转型,进一步提高能源效率。

(二) 金融发展促进能源效率提升的路径

一些研究认为,金融发展能促进技术进步,而金融发展和技术的进步又是影响产业升级的重要机制,对促进能源产业的效率提升具有正向作用^[23]。然而,技术进步的长期性和不确定性往往会使其遭遇不同程度的融资困难。张元萍(2012)、孙伍琴(2013)等研究指出,金融发展对技术进步存在多种促进机制^[24-25]。首先,金融体系以其独特的信息资源优势,能有效降低交易过程的信息成本,同时化社会闲散资金为储蓄,为科技投资提供资金来源。较直接投资于充满着不可预见性的技术领域,金融市场融资还能化解投资者心理压力。其次,金融资本具有高度流动性,因而在资源配置上表现得更为灵活,可以在国家的政策引导下将资金投资于科技和低碳产业。最后,由于单个企业不具备较强的风险抵御能力,尤其是在初期投入大、不确定性较高的高技术行业,金融还发挥着风险管理和风险补偿的重要作用,能有效分散市场参与者风险。

技术进步能有效促进能源效率的提高(Birol和Keppler 2000)^[26]。技术进步对提升能源效率的路径较为多样化。首先,技术进步能为资本和劳动力带来助益。一方面,“硬技术”进步,主要表现为实物资本升级。新工艺、新产品的运用为产业注入新活力的同时,也减少了原料损耗,能直接节约能源;另一方面是“软技术”进步,表现为人力资本的提升。劳动力素质、技能的提高以及环保意识的加强,不仅使工作效率得以提升,也有助于实现能源更合理的使用。上述两种路径共同促成了能源效率的提高。第二,技术进步推动了产业结构优化升级。回首人类社会的每一次技术革新,都会带来产业洗牌。首先,产业转型浪潮会淘汰高能耗、低效率、生产力落后的企业,同时低能耗、高效率、生产力先进的企业将取而代之;其次,随着劳动密集型向资本密集型转化,各行各业对新技术的需求也会日趋强烈,从而形成一种自我驱动模式,反过来推动技术进步向更高层次发展,进一步提高能源使用效率。第三,就单个国家而言,其技术进步能通过国际信息流动向他国技术溢出,从而推动社会整体技术水平改善。这主要通过示范效应、竞争效应、联动效应以及培训效应等方式来实现。从根本上看,无论哪种途径,都是通过提高人力资本和研发投入来实现能源效率的提高(VanderZwaanetal. 2002)^[27]。

综上所述,金融发展对能源效率的影响主要借助两种路径来实现:一是通过自身资源配置等优势直接引导能源效率的改善;二是通过推动技术部门发展,依靠技术进步的中介效应来实现能源效率提升。

三、变量的选取和模型的构建

(一) 变量的选取

1. 被解释变量: 能源效率(EE)

本文采用基于投入角度的非径向多阶段 DEA 模型,选取资本存量、劳动力以及能源消费量这三大要素作为投入指标,同时将 GDP 作为产出指标计算全要素能源效率,即被解释变量。其中,资本存量 K 的估算参考(张军 2004; 单豪杰 2008)的研究,以 1952 年为基期采用永续盘存法计算获得,单位为“亿元”^[28-29];劳动力指标采用本年度末与上一年度末就业人数的平均数来表征,单位为“万人”;能源消费量统一标准化为“万吨标准煤”;GDP 指标由名义 GDP 根据各年的平减指数以 2000 年不变价格转换为各地区实际 GDP,单位为“亿元”。能源效率计算借助 DEAP2.1 软件来完成。

2. 解释变量

(1) 核心变量: 金融发展(FIR)

在衡量金融发展程度时,最为常见的一个参数就是金融相关比率(FIR),它由美国经济学家 Goldsmith (1969) 率先提出,它是指某一时期内一国金融资产总价值在该国经济活动总量中所占的比重。其中,金融资产包含广义货币 M_2 、股票市值和债券三个部分。经济活动总量用国民生产总值来表示。由于数据可获得性存在困难,金融资产价值难以进行准确计算。因此本文借鉴彭霄晓(2014)、李文启(2015)的研究,用地区金融机构存贷款余额与地区 GDP 的比值来作为金融发展水平的衡量指标^[30-31]。实际上,银行业为主导的金融中介机构在中国金融行业中发挥着举足轻重的作用,而资本市场的发展仍存在不足,因此选用金融机构存款余额等相关数据更具代表性。

(2) 控制变量

政府影响力(GOV): 由于市场对资源有效配置有其特有的优势,政府若对市场过多干预,其结果可能适得其反,会阻碍社会资源的有效配置。长期以来,中国地方政府通常以 GDP 增长作为其绩效考核指标,愿意用财政补贴方式支持回报周期短、产出效益高但高能耗、高污染的产业,以此拉动地方经济发展。当然,近年来中央加强了对地方政府的污染防治、能源使用的引导与管控。参考魏楚(2007)、师博(2013)等人的研究,鉴于政府对地区经济发展存在广泛影响,我们将“政府影响力”作为能源效率的一个控制变量^[1,3]。该指标用地方财政支出与 GDP 之比作为表征,记为 GOV。

对外开放度(WM): 董利(2008)、李未无(2008)、杨正林(2009)等研究认为,对外开放水平提高对能源效率改善具有正向促进作用^[32-34]。基于技术溢出效应,伴随着产品进口和国际间信息交流的加强,国外先进技术在跨国贸易中得以扩散;基于国际竞争效应,中国通过国际市场横向对比来发现国外产品优势与自身产品不足,在市场竞争中取长补短。这些均有助于中国生产技术的进步和能源使用效率的提高。本文采用当年汇率水平下的进出口贸易总额与地区 GDP 的比值来度量这一指标,记为 WM。

外商直接投资(FDI): 外商直接投资对能源效率的影响,现有文献主要呈现两种观点:一是外商直接投资往往伴随着地区经济增长和先进技术引进,能促进地区能源效率提升;二是外商直接投资可能具有选择性和方向性,为了保护自身利益,对他国高耗能高污染产业进行投资,达到污染转移等目的,从而降低东道国能源效率。本文采用当年汇率水平下的外商投资企业投资总额与地区 GDP 之比来衡量外资的影响,记作 FDI。

3. 中介变量: 技术进步(TP)

前文理论部分已对技术进步的中介作用做了描述,现有文献对这一变量指标的选取通常采用 R&D 投入和专利申请受理数。从投入角度,R&D 经费是技术发展最直接的体现。而产出角度,专利数量在衡量技术进步时可能存在对技术商业价值的低估或高估。相较之下,技术市场成交额这一指标能够较好地避免这一问题。因此本文选择 R&D 经费投入强度(R&D 经费支出/GDP)以及技术市场成交额与地区 GDP 之比作为

技术进步的代理指标,分别记作 RD 和 JS。

其中,金融发展数据主要来源于《中国金融年鉴》,并通过各省《统计年鉴》以及《国民经济和社会发展统计公报》补齐;技术进步相关数据取自《中国科技统计年鉴》;其余数据均来自《中国统计年鉴》及地区《统计年鉴》。考虑到数据可获得性,本文选取全国除新疆、西藏、台湾省、香港和澳门特别行政区外的 29 个省(直辖市、自治区) 2003–2019 年的面板数据用于实证研究。表 1 为主要变量的统计性描述。

表 1 变量描述性统计

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	min	max
EE	493	0.739	0.217	0.318	1.000
FIR	493	2.899	1.150	1.400	8.882
GOV	493	6.776	2.218	1.360	39.55
WM	493	0.302	0.354	0.0116	1.757
FDI	493	59.87	90.84	3.707	857.5
JS	493	0.0299	0.0668	1.36e-05	0.441
RD	493	0.0143	0.0106	0.0017	0.0601

(二) 模型构建

1. Tobit 模型

本文所研究的能源效率因变量取值范围在 $[0, 1]$, 属于受限变量, 因此选用面板 Tobit 模型(又称“规范审查回归模型”)来进行回归分析。具体模型如下:

$$EE_{it} = C + \beta_1 FIR_{it} + \beta_2 GOV_{it} + \beta_3 WM_{it} + \beta_4 FDI_{it} + \mu_{it} \quad (1)$$

其中, EE_{it} 为因变量, 表示地区 i 在第 t 年的全要素能源效率; FIR_{it} 为核心解释变量金融发展水平; GOV_{it} 、 WM_{it} 和 FDI_{it} 为控制变量, 分别代表政府影响力、对外开放程度和外商直接投资。C 为常数项, μ_{it} 为扰动项。变量对能源效率的影响方向和程度分别由系数 β 的正负号及绝对值来反映。

2. 中介效应模型

若解释变量 X 对被解释变量 Y 的影响是通过变量 M 来实现的, 则 M 称作“中介变量”, X 对 Y 存在中介效应。通过理论分析, 我们认为金融发展是通过影响技术进步, 进而影响能源效率, 在实证部分将采用中介效应模型来进行检验。回归方程如下:

$$Y = cX + e_1 \quad (2)$$

$$M = aX + e_2 \quad (3)$$

$$Y = c'X + bM + e_3 \quad (4)$$

上述方程(2)、方程(3)中的系数 c 、系数 a 分别代表解释变量 X 对被解释变量 Y 和中介变量 M 的影响, 方程(4)中的系数 c' 为控制中介变量 M 后变量 X 对变量 Y 的直接效应, e_1 、 e_2 、 e_3 为残差项。中介效应即为系数 a 与系数 b 的乘积 ab , 其与总效应 c 存在如下关系:

$$c = c' + ab \quad (5)$$

代入本文所研究变量(包括控制变量), 验证金融发展对全要素能源效率的中介效应模型, 即为:

$$EE = cFIR + \sigma control + e_1 \quad (6)$$

$$TP = aFIR + \lambda control + e_2 \quad (7)$$

$$EE = c'FIR + \varepsilon control + bTP + e_3 \quad (8)$$

逐步检验法以其原理简单、易于操作和理解的特点, 因而被广泛用于中介效应的检验。本文借鉴温忠麟(2014)经修正的五步检验法, 来对中介变量的间接效应进行验证, 具体步骤展示如图 1 所示^[34]。

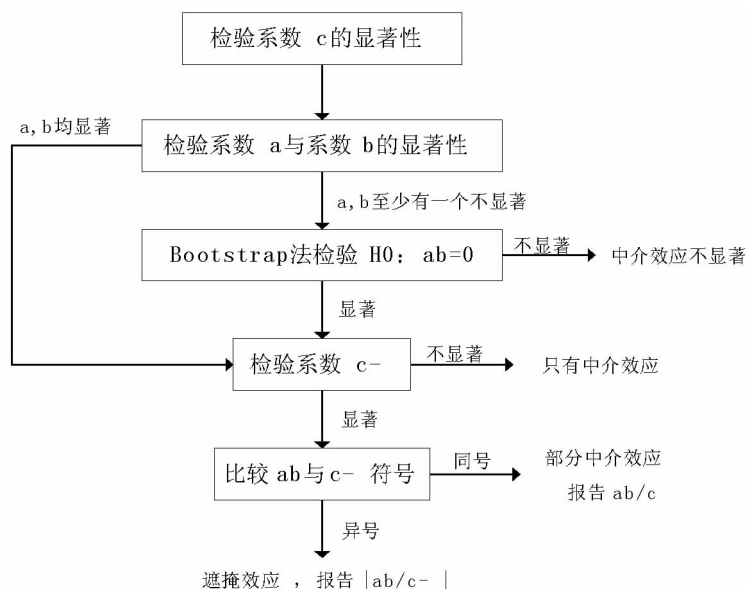


图1 中介效应检验流程

四、实证结果及分析

(一) 能源效率的测算结果

图2显示,在所考察的29个省市区中,能源效率最高的是云南、天津、辽宁、上海、福建和广东六个省市,2003–2019年效率值均处在有效前沿上。其中,甘肃、青海、宁夏、贵州这四个省份的能源效率最低,均值都在0.5以下。按照东部、中部、西部的区域划分,能源效率在地理上大致呈现由西到东逐步递增的趋势。中国西部尽管蕴藏着丰富的能源资源,但因技术条件落后、产业结构不合理等,资源得不到合理利用,因此能源效率处在较低水平。反观东部地区,虽然自然资源禀赋不如西部地区,但依靠技术、制度等方面的优势能实现能源的高效配置。从图3来看,2005年起,从全国范围来看,能源效率和金融发展均大致呈逐年上升的态势,表明两者存在一定的相关性。

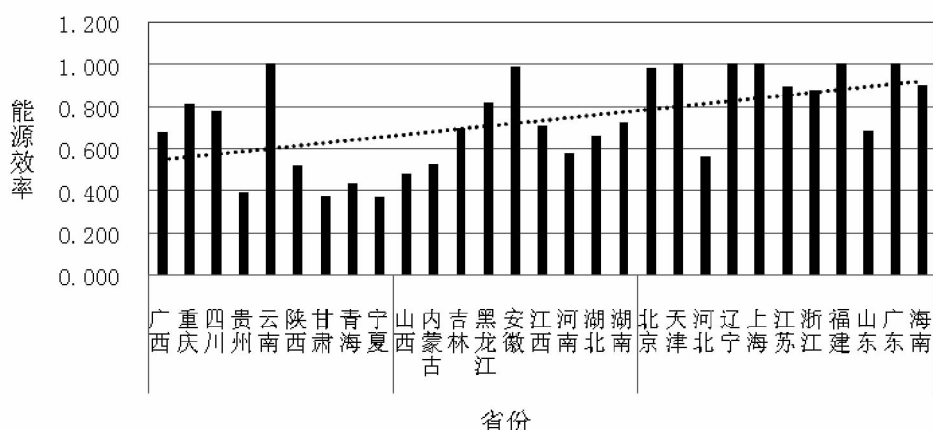


图2 各地区2003–2019年平均能源效率

(二) Tobit 模型回归结果

首先在不考虑中介效应的情况下对各因变量与自变量之间的关系进行计量分析,为避免伪回归,确保估计结果的有效性,我们需要首先对面板数据进行单位根检验。本文选择相同根单位根检验 LLC 检验和不同根单位根检验 Fisher – ADF 检验两种方法,检验结果如下:

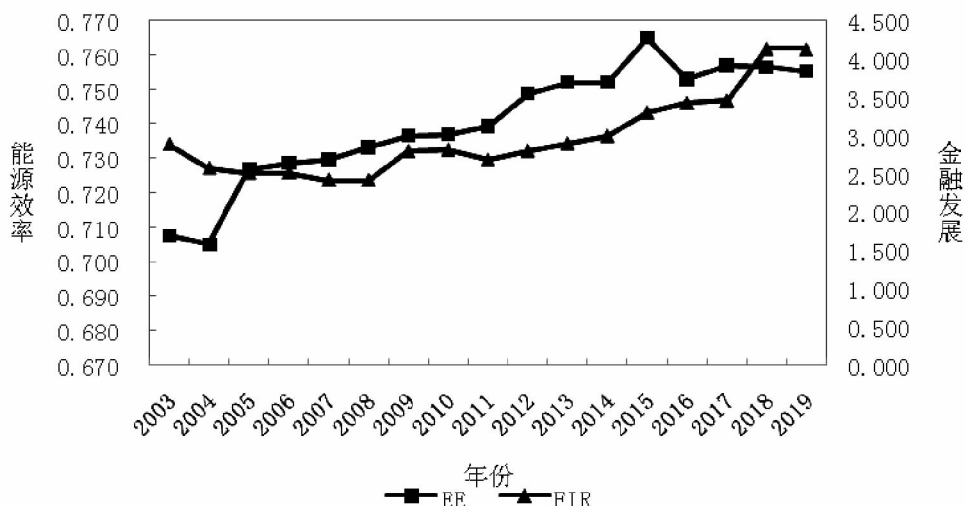


图3 2003-2019年中国能源效率和金融发展变动趋势

表2 单位根检验结果

Variables	LLC	Fisher - ADF
EE	-18.9004	320.0013
	0.0000	0.0000
FIR	-1.6623	125.3322
	0.0482	0.0000
GOV	-9.3917	130.0695
	0.0000	0.0000
WM	-6.9776	135.3365
	0.0000	0.0000
FDI	-4.8208	349.8234
	0.0000	0.0000

表2的检验结果表明,LLC检验和ADF检验均拒绝了“存在单位根”原假设。因此,面板数据不存在单位根,即序列是平稳的。表3为模型I-IV不同的计算结果。

模型I只包含核心解释变量FIR和被解释变量EE。回归结果显示,金融发展对能源效率存在正向影响,且在1%的置信水平下显著。系数大小为0.0839,即金融发展每增加一个百分点,全要素能源效率将随之增加0.0839个百分点。这与本文理论部分金融发展促进能源效率提高的推论相吻合。

模型II、III、IV在核心解释变量的基础上各引入了一个控制变量,分别为政府影响力GOV、对外开放程度WM和外商直接投资FDI。模型II的回归结果显示,政府影响力变量能通过10%水平下的显著性检验,其系数为-0.0144,表示政府影响力对能源效率起了负向作用。这是由于,政府过多干预使得市场不能充分发挥优化资源配置的作用,且财政补贴方向的合理性往往不尽人意,导致有限社会资源难以由低效率部门流向高效率部门,从而阻碍了能源使用效率的提升。模型III的检验结果显示,以WM表示的对外开放程度对能源效率的回归系数为0.6575,变量在1%显著性水平下显著。对外开放程度每增加1%,能源效率将增加0.6575%,其主要原因是对外开放带来的技术溢出效应和竞争效应促进了国内企业能源利用效率的提高。模型IV中对外商直接投资FDI的作用进行了验证,得出该变量的系数值为-0.0013,通过了1%置信水平下的检验,说明FDI对能源效率的影响是消极的。这与许多文献得出的结果有所不同。从理论上分析最主要的原因有两点:一是许多地区对外资缺乏合理的规制与引导,这造成外商借机向国内转移一些高能耗、重污染的产业,从而加大了当地的环境压力和能源负担;二是由于国内的地区发展差异,部分地区在经济开放、人才培养以及资本配置等方面仍存在缺陷,对于外商投资带来的技术溢出效应不能有效地吸收,或者是现有外

资引进战略与自身实际发展情况不相匹配,导致 FDI 对能源效率难以发挥正向作用。

模型 I - IV 中,金融发展这一变量的影响始终是正向的,且均通过了 1% 置信水平下的显著性检验。这表明模型存在较强的稳健性。模型 V 同时考虑了政府影响力、对外开放程度和外商直接投资这几个控制变量。检验结果表明,核心解释变量 FIR 以及所有的控制变量系数正负以及显著性均同前几个模型保持一致。这进一步显示了模型的稳健性。

表 3 Tobit 模型回归结果

Variable	Model I	Model II	Model III	Model IV	Model V
FIR	0.0839*** (0.0123)	0.1001*** (0.0145)	0.0270*** (0.0010)	0.1013*** (0.0117)	0.0568*** (0.0117)
GOV		-0.0144** (0.0066)			-0.0129** (0.0055)
WM			0.6575*** (0.0475)		0.5446*** (0.0490)
FDI				-0.0013*** (0.0001)	-0.0006*** (0.0001)
Constant	0.5400*** (0.0366)	0.5907*** (0.0450)	0.5234*** (0.0290)	0.5686*** (0.0335)	0.5872*** (0.0338)
Observations	493	493	493	493	493

注:表中***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 的显著性水平下通过检验。

(三) 中介效应检验结果

为进一步探究金融发展对能源效率的作用路径,我们引入 RD 和 JS 两个变量并利用中介效应模型对其进行检验。我们利用 Stata15.1 对方程(6)(7)(8)进行回归分析,结果如表 4 所示。

表 4 中介效应检验结果

	JS		RD	
	系数	标准差	系数	标准差
c	0.0481*** (0.000)	0.0082	0.0361*** (0.000)	0.0080
a	0.0116*** (0.000)	0.0026	0.0068*** (0.000)	0.0003
b	1.3067*** (0.000)	0.1323	5.4240*** (0.000)	1.2051
c'	0.0330*** (0.000)	0.0077	-0.0035 (0.766)	0.0118
检验结果	部分中介效应 $ab/c = 32\%$		只有中介效应	

注:表中***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 的显著性水平下通过检验。

根据表 4 所列的回归结果,利用前文的中介效应的五步检验法,我们可以判断中介效应是否显著。第一步和第二步对系数 c、系数 a 和系数 b 的检验,不管是基于技术投入角度的变量 RD 还是基于技术产出角度的变量 JS,三个系数均显著。因此直接跳转到第四步,对系数 c' 进行检验。对于变量 RD,系数 c' 不显著,由此我们得出结果:只有中介效应;对于变量 JS,系数 c' 在 1% 置信区间内显著,因此继续进行第五步检验。由 ab 与 c' 同号,得出结果:存在部分中介效应,且中介效应在总效应中的占比(ab/c)为 32%,表明金融发展对能源效率的促进作用中,存在 32% 的占比是由技术进步充当中介而实现的效用。

五、主要结论与政策建议

本文使用我国 29 个地区(包括省、自治区和直辖市) 2003 – 2019 年共 17 年的面板数据,利用 DEA 数据包络模型测算出各地区的全要素能源效率,基于面板 Tobit 模型就金融发展对能源效率的影响进行了回归分析,最后引入技术进步这一中介变量,对金融发展影响能源效率的中介效应进行了检验。本文的主要结论包括:

(1) 从空间上来看,能源效率呈现自东向西逐步递减的趋势;从时间上来看,伴随着经济、金融的发展,全国范围内的平均能源效率呈现逐年上升的趋势。

(2) 以地区金融机构存贷款余额与地区 GDP 之比为表征的金融发展同全要素能源效率间存在显著正相关,表明金融发展的确能通过资源配置优势促进能源效率提升。

(3) 对外开放所带来的技术溢出和竞争效应有助于提高能源效率,政府影响力和外商直接投资则对能效提高呈现阻碍作用。

(4) 金融发展促进能源效率的提升存在技术进步中介效应,且基于投入端指标的效应更大,表明可考虑借助金融手段加大研发与创新投入,引导技术发展和进步,进而提升能源效率。

基于上述研究结论,提出如下政策建议:

(1) 推动区域产业结构优化。能源效率相对低的中、西部地区应充分利用好自身的资源禀赋,适当借鉴东部地区的发展模式,对高能耗、高污染的重工业进行合理的改造或淘汰,通过开发旅游业等第三产业,优化产业结构,进而提升能源效率。

(2) 将金融发展纳入政策制定框架。政府在制定节能政策的时候不能仅考虑对外开放、经济发展等因素,还应充分认识到金融发展对提高能源效率的积极作用。金融规模的扩大,能够为更多的企业进行技术升级、产品优化提供资金支持,缓解企业融资压力。同时,可通过推行绿色信贷等贷款政策,引导企业绿色化生产。

(3) 大力发展技术创新。加强金融部门对技术研发、人才培养的资金投入,鼓励社会进行技术创新的积极尝试。对于可再生能源这类存在高昂的前期成本和较低投资回报率的项目,金融所发挥的融资作用至关重要,能有效缓解前期的资金限制。此外,借助绿色消费金融,可以帮助消费者形成绿色消费的观念,主动选择节能产品,从而缩短企业投资回收期,提高创新积极性,最终推进金融供给侧结构性改革。

(4) 完善碳金融市场体系。通过扩大宣传、政策激励等方式,让企业充分意识到节能减排所蕴藏着的潜在经济价值,利用碳排放配额市场化交易实现国家资源环境利益和企业经济利益的最大化,进而实现能源效率的提升。

参考文献:

- [1] 魏楚, 沈满洪. 能源效率及其影响因素: 基于 DEA 的实证分析 [J]. 管理世界, 2007(8): 66 – 76.
- [2] 李世祥, 成金华. 中国能源效率评价及其影响因素分析 [J]. 统计研究, 2008(10): 18 – 27.
- [3] 师博, 沈坤荣. 政府干预、经济集聚与能源效率 [J]. 管理世界, 2013(10): 6 – 18 + 187.
- [4] 薛静静, 沈镭, 刘立涛, 高天明. 中国区域能源利用效率与经济水平协调发展研究 [J]. 资源科学, 2013, 35(4): 713 – 721.
- [5] 陈关聚. 中国制造业全要素能源效率及影响因素研究——基于面板数据的随机前沿分析 [J]. 中国软科学, 2014(1): 180 – 192.
- [6] Greenwood J, Jovanovic B. Financial development, growth, and the distribution of income [J]. Journal of Political Economy, 1990, 98(5): 1076 – 1107.
- [7] Levine R. Handbook of Economic Growth, Chapter 12 Finance and Growth: Theory and Evidence [M]. Amsterdam: Elsevier Science, 2005.

- [8] Bencivenga V, Smith BD. Financial Intermediation and Endogenous Growth [J]. Review of Economic Studies, 1991, 58(2): 195 – 209.
- [9] Jeanneney SG, Ping H, Liang ZC. Financial development, economic efficiency and productivity Growth: evidence from China [J]. The Developing Economies, 2006, 44(1): 27 – 52.
- [10] Sadorsky P. Financial development and energy consumption in Central and Eastern European frontier economies [J]. Energy Policy, 2011, 39(2): 999 – 1006.
- [11] Farhani S, Solarin SA. Financial development and energy demand in the United States: New evidence from combined cointegration and asymmetric causality tests [J]. Energy, 2017(134): 1029 – 1037.
- [12] 周力, 张宁, 陈晴旂. 基于低碳视角的我国金融发展对能源效率的影响 [J]. 企业经济, 2013(10): 16 – 20.
- [13] 韩旺红, 马瑞超. 低碳约束下中国金融发展与全要素能源效率 [J]. 云南财经大学学报, 2013, 29(4): 128 – 135.
- [14] Levine R. Financial Development and Economic Growth: Views and Agenda [J]. Journal of Economic Literature, 1997, 35(2): 688 – 726.
- [15] Schumpeter J. The Theory of Economic Development [M]. Boston: Springer, 1911.
- [16] Diamond DW, Dybvig PH. Bank Runs, Deposit Insurance, and Liquidity [J]. Journal of Political Economy, 1983, 91(3): 401 – 419.
- [17] Stephen DW. Financial Intermediation, Business Failures, and Real Business Cycles [J]. Journal of Political Economy, 1987, 95(6): 1196 – 1216.
- [18] Labatt S. Carbon Finance: The Financial Implications of Climate Change [M]. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2007: 225 – 239.
- [19] Garcia B, Roberts E. Carbon finance environmental market solutions to climate change [R]. Working Papers, Yale School of Forestry and Environmental Studies, 2008.
- [20] Li IX, Yu CW. Impacts of Emission Trading on Carbon, Electricity and Renewable Markets: A Review [C]. Power and Energy Society General Meeting, IEEE, 2010: 1 – 7.
- [21] Joltreau E, Sommerfeld K. Why Does Emissions Trading under the EU Emissions Trading System (ETS) Not Affect Firms' Competitiveness? Empirical Findings from the Literature [J]. Climate Policy, 2019, 19(4): 453 – 471.
- [22] Rogge KS, Schneider M, Hoffmann VH. The Innovation Impact of the EU Emission Trading System – Findings of Company Case Studies in the German Power Sector [J]. Ecological Economics, 2011, 70(3): 513 – 523.
- [23] 王文波. 金融发展、技术创新与产业结构升级 [J]. 金融教育研究, 2019, 32(1): 46 – 47.
- [24] 张元萍, 刘泽东. 金融发展与技术创新的良性互动: 理论与实证 [J]. 中南财经政法大学学报, 2012(2): 67 – 73.
- [25] 孙伍琴, 王培. 中国金融发展促进技术创新研究 [J]. 管理世界, 2013(6): 172 – 173.
- [26] Birol F, Keppler J H. Prices, technology development and the rebound effect [J]. Energy Policy, 2000, 28(6 – 7): 457 – 469.
- [27] Van der Zwaan B C C, Gerlagh R, Schrattenholzer L. Endogenous technological change in climate change modelling [J]. Energy Economics, 2002, 24(1): 1 – 19.
- [28] 张军, 吴桂英, 张吉鹏. 中国省际物质资本存量估算: 1952 – 2000 [J]. 经济研究, 2004(10): 35 – 44.
- [29] 单豪杰. 中国资本存量 K 的再估算: 1952 ~ 2006 年 [J]. 数量经济技术经济研究, 2008, 25(10): 17 – 31.
- [30] 彭霄晓. 金融发展对能源效率的影响研究 [D]. 湖南大学, 2014.

- [31]李文启. 金融发展、能源消费与经济增长关系研究——基于动态面板数据的分析[J]. 生态经济, 2015, 31(1): 70–74.
- [32]董利. 我国能源效率变化趋势的影响因素分析[J]. 产业经济研究, 2008(1): 8–18.
- [33]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): 7–15.
- [34]杨正林. 中国能源效率的影响因素研究[D]. 华中科技大学, 2009.
- [35]温忠麟, 叶宝娟. 中介效应分析: 方法和模型发展[J]. 心理科学进展, 2014, 22(5): 731–745.

Research on Financial Development and the Influencing Factors on China's Energy Efficiency

JIANG Baozhen¹, TONG Yang¹, LU Zhou²

(1. School of Economics, Zhejiang University of Technology, Hangzhou, Zhejiang 310032, China;

2. School of Economics, Tianjin University of Commerce, Tianjin 300134, China)

Abstract: This paper selects the panel data of 29 provinces and cities in China from 2003 to 2019, uses the non-radial Data Envelopment Analysis model to calculate the total factor energy efficiency of different regions, and then uses financial development as the core variable to establish the Tobit model to verify its influence on energy efficiency. Moreover, to explain its internal influence path through the intermediary effect. The results of the study show that the energy efficiency of China has gradually increased from west to east in space, showing a growth trend that is roughly the same as that of financial development in terms of time; financial development has a significant promotion effect on total factor energy efficiency; opening to the outside world is positively correlated with energy efficiency, while government influence and foreign direct investment are negatively correlated with it; financial development has a Mediating Effect of technological progress in promoting energy efficiency. It shows that promoting financial development while providing financial support for innovation and R&D to achieve technical progress can effectively improve energy efficiency.

Key words: Financial Development; Energy Efficiency; Technical Progress; Mediating Effect

(责任编辑: 罗序斌)