

引用格式: 吴成颂, 昂昊. 中国绿色金融效率时空分异及其提升路径[J]. 资源科学, 2022, 44(12): 2456-2469. [Wu C S, Ang H. Spatiotemporal variations in the efficiency of green finance in China and its enhancement paths[J]. Resources Science, 2022, 44(12): 2456-2469.] DOI: 10.18402/resci.2022.12.06

中国绿色金融效率时空分异及其提升路径

吴成颂¹, 昂昊²

(1. 安徽大学商学院, 合肥 230601; 2. 安徽大学经济学院, 合肥 230601)

摘要:绿色金融是助益于解决一揽子环境问题的核心推动力,本质上是一个在环保资源层面由“逐底竞争”至“逐顶竞争”的行为嬗变,为探索绿色金融的效率水平与提升路径,本文通过Super-SBM模型与Malmquist指数来测算中国30个省份2011—2020年的绿色金融效率,从省域分布和时间序列两个方面分别进行多维解读,同时透过组态视角对影响效率值高低的解释因子进行跟踪研判。研究表明:①中国绿色金融效率呈现出“东部—西部—中部—东北”依次递减的格局,在空间分布上显现出一定程度的聚集现象和两极分化态势;②效率值处于上升阶段集中于“十二五”时期,而在“十三五”时期处于波动下降态势,纯技术效率和技术进步是效率处于上升阶段的主导因素,规模效率是效率处于下降阶段的主要原因;③各解释因子均不单独构成绿色金融效率提升的瓶颈,且通过联动匹配识别出5条高效率组态驱动路径。最后,基于区域绿色金融效率问题显著的发展不均衡性和系统组态特征,提出了一系列具有前瞻性的理论建议。

关键词:绿色金融;效率测度;时空分析;解释因子;组态视角;提升路径;Super-SBM模型;中国

DOI: 10.18402/resci.2022.12.06

1 引言

新时期的绿色发展与低碳转型,不再局限于政府层面的环境规制与顶层设计,更需要借势于市场层面的资源配置,这使市场机制下的绿色金融扮演着越来越重要的治理角色^[1]。尤其是针对绿色转型企业长期面临的资源配置短板、融资路径单一等“绿色升级之困”,在绿色金融的资金支持下,企业能够有效缓解绿色发展融资难、融资贵等资金约束问题,对于亟待开发的绿色规划项目,亦能够赋予低碳技术、绿色创新等转型动力^[2,3]。具体到中国的绿色金融实践而言,政府高度重视绿色金融的制度框架构建与发展进程推进,通过政策制定与激励为绿色金融提供优良的市场环境。中国人民银行联合国家七部委于2016年发布《关于构建绿色金融体

系的指导意见》,将绿色金融定义为支持环境改善、应对气候变化和资源高效利用的经济活动,即对环保、节能、清洁能源、绿色交通、绿色建筑等领域的项目融资、项目运营、风险管理所提供的金融服务^[4]。截至2021年末,中国绿色信贷余额已达15.9万亿元,同比增长33%;绿色债券累计余额达1.1万亿元,同比增长180%^[5]。值得警醒的是,上述数字仅是一种“规模水平”亦或是“投入水平”的测量,对于绿色金融投入资金是否得以高效利用^[1],绿色金融资金供给能否匹配绿色实体经济的融资需求^[5],以及如何有限资源的基础上来识别提高绿色金融效率的路径等议题,仍然存在着理论与现实层面的双重质疑,这既是现有研究触角的缺失,亦是实现社会经济高质量发展亟待回答的现实问题。

收稿日期:2022-08-03 修订日期:2022-10-31

基金项目:国家社会科学基金一般项目(19BJL087);沪苏浙皖长三角高质量一体化发展重大问题研究重点项目(AHSC2019D09);安徽省高等学校研究生科学基金项目(YJS20210063)。

作者简介:吴成颂,男,安徽怀宁人,博士,教授,研究方向为绿色金融、金融风险管理。E-mail: ahuwcs@126.com

通讯作者:昂昊,男,安徽肥东人,博士研究生,研究方向为绿色金融、金融风险管理。E-mail: 18812673956@163.com

① 数据资料来源于中国人民银行2022年3月4日发表文章《绿色金融助力碳达峰碳中和》。

2022年12月

有鉴于此,本文从效率视角来考量中国绿色金融发展是否实现高效化,针对存在金融资源禀赋的不同区域,通过绿色金融效率水平来评价各省份利用绿色金融资金的能力差异,并借助组态逻辑来识别提升绿色金融效率的解释因子与形成路径,以期绿色金融发展提供一个新的研究视角与解释框架。着重从以下几个视角作出贡献:首先,通过Super-SBM模型与Malmquist指数测算中国省份层面的绿色金融效率,利用时空分析技术刻画其动态发展趋势;同时,运用模糊集定性比较分析(fuzzy set Qualitative Comparative Analysis, fsQCA)与组态逻辑对其所依存的推动力量与解释因子作进一步探讨;最后,从绿色金融效率的现实情境出发,试图提出具有前瞻性的政策建议。

2 文献评述

基于气候变化与环境污染的双重压力,绿色经济发展的投融资渠道不畅和动力不足催生了绿色金融理念的诞生,其概念内核亦被称为“环境金融”或“可持续金融”^[6,7]。国内外学者均认为发展绿色金融十分必要,一方面,认为绿色金融能够促进低碳企业的数量进一步扩大,吸引更多的社会资本流入低碳行业,进而显著提升碳减排效率,以及会通过成本分摊与风险分担来维持长期的经济增长效应^[8,9];另一方面,认为发展绿色金融能够优化金融机构的信贷配给,即倾斜对绿色项目的资金投入,抑制对污染项目的投资涉足,对于金融机构与转型企业的环境责任意识具有双重改善作用^[10,11]。

围绕绿色金融的研究主要有以下几个方面:①从绿色金融评价的维度来看,多数是从金融机构视角选取指标进行测度,特别是以绿色金融产品中占比最高的银行绿色信贷为研究主体^[12]。随着近年来各类绿色投资渠道及融资形式的拓宽,渐趋形成了绿色信贷、绿色证券、绿色保险、绿色投资及碳金融5个主要评价维度^[13,14],其中,绿色信贷政策执行效果最好,碳金融次之,绿色证券、绿色投资与绿色保险分列第3~5位^[15]。②从绿色金融的发展水平与时空特征来看,绿色金融政策机制尚不健全,无论是在静态水平还是动态演进上,绿色金融均表现出发展不协调的特征,也存在着滞后于经济发展的现

象,但是绿色金融水平仍然一直处于上升趋势^[16]。亦存在一种区域层面的研究观点,认为发达地区的绿色金融水平高于欠发达地区,且存在一定程度的两极分化现象^[16]。③从绿色金融的影响因子来看,总结得出绿色金融发展受多重复杂因素影响:一方面,有内在层面的金融机构社会责任担当,认为合理承担环境责任是发展绿色金融的核心驱动力^[11];同时,金融机构为避免出现资金难以收回的风险,也会重点考量绿色企业的还款能力^[17]。另一方面,也存在诸多外在层面的影响因子,认为政策激励与金融规模能够显著增大绿色金融的施行范围^[18],以及绿色技术、宏观经济水平等的提升都将有利于绿色金融的规模扩大^[19,20]。④从绿色金融效率的相关研究来看,认为绿色金融仍处于低效率的配置水平,未对区域内的污染企业形成显著的融资约束^[5],即当下中国部分省份及地区囿于加大绿色金融投入,并未有效利用这些资源^[1];也有学者基于绿色信贷、绿色投资、绿色证券与绿色保险来测度局部区域的绿色金融效率,证明绿色金融效率存在区域不均衡现象^[21]。

通过梳理文献发现,现有研究围绕绿色金融理论层面的探讨居多,对于绿色金融的效应评价也渐趋丰富,但直接指向绿色金融效率的研究总体较少,效率测度指标的选取也不全面,尤其对于时空维度下绿色金融效率分布问题的关注严重不足,没能充分考虑不同区域绿色金融发展的效益性差距,导致在评价绿色金融水平时容易忽略各区域绿色信贷、绿色证券、绿色投资等方面产出效率的异质性问题。此外,对于一个重大经济学理念及政策的提出和执行,其未来的发展动态和辐射趋势必将受到单个、多个甚至多组主客观因素的干扰,现有研究成果在此点上只是较多地解释其发展路径上驱动因子的净效应,忽略了各解释因子之间错综复杂的适配联系,对于各解释因子势必会通过“联动匹配”产生“多重组合”来影响绿色金融效率提升这一议题更是较少关注,从而导致在相关政策建议上显得过于宽泛而失于针对性。因此,本文将构建全面的评价指标来测度中国各省份的绿色金融效率,同时比较区域效率值的差异性,且通过组态逻辑来探

索绿色金融高效率的提升路径。

3 研究方法 with 指标构建

3.1 效率测度方法与模型

效率测度是一种被广泛应用于经济学研究领域的评估范式,普遍采用参数法和非参数法,前者基于随机前沿分析(SFA)来估计误差项进而确立产出,后者则多是使用数据包络分析(DEA)在设立投入产出的基础上进行效率差异区分^[22]。随机前沿分析法需要设定特有的函数形式,在设计不合理情境下易造成估计结果出现大尺度偏差,而数据包络分析法则可以有效避免上述问题。此外,针对传统径向DEA模型(主要是CCR和BCC)未考虑投入产出的松弛问题,基于DEA的非径向SBM模型可以解决其不足之处^[23],且传统SBM不能比较前沿面水平的效率值,而改进后的Super-SBM则可以对效率值为1的有效决策单元进一步比较分析。因此,在考虑到绿色金融资金使用途中可能会产生一系列非期望产出的情形下,本文将采用基于非期望产出的Super-SBM模型来测算中国各省份的绿色金融效率,具体计算模型如下^[24]:

假定有 n 个决策单元、 m 种投入要素、 q 种期望产出和 w 种非期望产出,包含非期望产出的Super-SBM模型的线性规划式为:

$$\rho^* = \min \frac{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{x}_i}{\frac{1}{q+w} \left(\sum_{r=1}^q \bar{y}_r^g + \sum_{u=1}^w \bar{y}_u^b \right)} \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \begin{cases} \bar{x}_i \geq \sum_{i=1, \neq 0}^n \lambda_i x_i + s_i^-, j=1, \dots, m \\ \bar{y}_r^g \leq \sum_{r=1, \neq 0}^n \lambda_r y_r^g - s_r^-, r=1, \dots, q \\ \bar{y}_u^b \geq \sum_{u=1, \neq 0}^n \lambda_u y_u^b - s_u^-, u=1, \dots, w \\ \bar{x}_i \geq x_{ik}, \bar{y}_r^g \leq y_{rk}^g, \bar{y}_u^b \geq y_{uk}^b \\ \lambda \geq 0, \sum_{i=1, \neq 0}^n \lambda_i = 1, \sum_{r=1, \neq 0}^n \lambda_r = 1, \sum_{u=1, \neq 0}^n \lambda_u = 1 \end{cases} \quad (2)$$

式中: ρ^* 为被评价决策单元的绿色金融效率值; x_i 为第 i 个投入; y_r^g 为第 r 个期望产出; y_u^b 为第 u 个非期望产出; s_i^- 、 s_r^- 、 s_u^- 分别为投入、期望产出和非期望产出的松弛向量; λ 为权重向量; 字母上方加横线代表在模型中对应投入或产出的投影值。 ρ^* 越

大,说明绿色金融效率值越大。

Super-SBM模型可以有效地对各省份绿色金融效率的截面数据进行评价,能够避免主观因素对模型构建的影响,主要用于静态效率层面的考量。为进一步把握中国绿色金融效率在时间序列上的动态变化过程,根据以往的经验,可采用Malmquist指数来弥补Super-SBM模型在时间序列与动态效率分析方面的不足,具体模型如下^[25]:

$$Malmquist = \left[\frac{D^t(x_{t+1}, y_{t+1}^g, y_{t+1}^b)}{D^t(x_t, y_t^g, y_t^b)} \times \frac{D^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}^g, y_{t+1}^b)}{D^{t+1}(x_t, y_t^g, y_t^b)} \right]^{1/2} \quad (3)$$

式中: $Malmquist$ 表示动态效率指数,反映的是介于 t 期到 $t+1$ 期之间绿色金融效率值的变化状态,指数大于1为上升,小于1为下降; D 表示决策单元。进一步可以将其分解为“追赶效应”和“前沿移动”两部分,前者体现的是决策单元技术效率的变化效应(技术效率, $Effch$),后者体现的则是两个时期内所有决策单元所参照生产前沿面的移动(技术进步, $Techch$)。具体来看,技术效率变化指数为第 $t+1$ 期和第 t 期技术效率的比值:

$$Effch = \frac{D^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}^g, y_{t+1}^b)}{D^t(x_t, y_t^g, y_t^b)} \quad (4)$$

技术进步指数是第 $t+1$ 时期与第 t 期之间生产前沿面移动的相对距离:

$$Techch = \frac{Malmquist}{Effch} = \left[\frac{D^t(x_{t+1}, y_{t+1}^g, y_{t+1}^b)}{D^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}^g, y_{t+1}^b)} \times \frac{D^t(x_t, y_t^g, y_t^b)}{D^{t+1}(x_t, y_t^g, y_t^b)} \right]^{1/2} \quad (5)$$

技术效率变化指数又可以分解为纯技术效率变化指数($Pech$)和规模效率变化指数($Sech$),前者是在规模收益可变状态下求出的技术效率变化,后者是指规模收益不变与规模收益可变状态下技术效率值之比^[25]:

$$Effch = Pech \times Sech \quad (6)$$

3.2 绿色金融效率测度指标构建

结合绿色金融系统的复杂性以及数据包络分析法的结构特性,本文从多维投入、多维产出角度来构建测度指标。如前所述,当前对于绿色金融水平的评价形成“绿色信贷、绿色证券、绿色保险、绿

2022年12月

色投资、碳金融”5个维度,其本质是一种投入水平,因此,将上述5个维度作为绿色金融效率测算的投入指标。绿色信贷表示为高能耗工业产业^②利息支出与规模以上工业产业利息总支出的比值^[14];绿色证券表示为高能耗产业A股市值与上市企业A股总市值的比值^[4];绿色保险表示为农业保险收入与财产保险收入的比值^[4];绿色投资表示为财政节能环保支出与财政一般预算支出的比值^[4];碳金融表示为CO₂排放量与金融机构贷款余额的比值^[4]。其中,绿色信贷、绿色证券与碳金融为负向指标,由于3个指标数值均处于0~1之间,故用1减去各指标,对其进行正向化处理。

在产出指标方面,为尽可能提高指标计算的精度,本文主要是从期望产出和非期望产出两个视角选择指标。期望产出指标的选取,考虑到绿色金融产出的首要目的是以金融来拉动绿色经济水平的增长,因此,以“地区生产总值-自然资源损失价值-环境污染损失价值+资源环境正效益”来表示^[26]。绿色金融力量推动下的另一重要产出为绿色科技水平的提升,采用绿色专利申请数作为绿色转型企业的科技产出,能够较好地反映中国近年来绿色科技水平提升与变革的演化特征^[27]。此外,将能够体现能源清洁化的能源结构升级指数作为产出指标,具体做法是对电力消费量、天然气消费量、煤炭消费量进行无量纲处理,以前两者之和除以煤炭消费量来表示能源结构升级指数^[21];非期望产出采用主流做法中的工业“三废”来表示,即废水、废气和废固^[28],并采用熵值法计算得到环境污染综合指数。针对少部分指标的数据缺失问题,进行指数平滑处理。

绿色金融效率测度指标主要来源于《中国统计年鉴》《中国工业统计年鉴》《中国经济普查年鉴》《中国保险年鉴》和《中国能源统计年鉴》等。由于西藏自治区、港澳台地区数据缺失较多,考虑到数据的可获得性和完整性,选取除此之外的30个省份作为研究样本;又由于绿色金融效率基于投入产出计算得出,其过程必然存在一定程度的滞后性,取

滞后期为1年。现处于“十四五”初始阶段,因此选取本期期间横跨“十二五”和“十三五”两个规划期,绿色金融投入的时间跨度为2010—2019年,产出时间跨度为2011—2020年。

3.3 组态方法与理论

相较于传统回归分析局限于对单个变量的“净效应”作出阐释,定性比较分析(Qualitative Comparative Analysis, QCA)是一种基于集合论和布尔代数构建组态逻辑的比较分析法,该方法不受前因变量共线性的影响,亦能够处理前因条件的复杂性和因果的非对称性,意在寻找引致结果出现亦或不出现的条件变量及其组合关系^[29]。QCA方法主要包括清晰集比较分析(csQCA)、多值集定性比较分析(mvQCA)和模糊集定性比较分析(fsQCA)3种传统方法^[30]。csQCA只能基于清晰集处理二分类变量, mvQCA需基于真值表使用多值分类,两者都只能处理类别问题,而fsQCA能够在前两者的基础上进一步处理部分类属和变化问题。绿色金融作为一个包含绿色信贷、绿色证券、绿色保险、绿色投资与碳金融的复杂系统,影响其变化的因素复杂多样,具有跨层次、多重并发等特征,故本文选择fsQCA来探讨绿色金融效率的解释因子及其相互之间的关系更具有情景适应性。

3.4 组态变量解释与指标构建

本文的结果变量为Super-SBM模型测算得到的2011—2020年各省份绿色金融效率值。fsQCA对于中等样本(10~40个样本)的分析,通常选取4~7个解释条件,因此共选取7个解释因子。影响绿色金融效率的关键因素在于金融系统内各区域的金融机构是否有能力为高碳产业提供绿色资金,故设置金融机构盈利能力(各地区金融产业增加值)作为考量指标。居民是否具有支持绿色转型、购买绿色金融产品等意愿同样起到关键作用,选取居民金融文化素养(高等财经院校本科、专科生在校生数)作为考量指标^[31]。绿色金融效率还会受外部多重主客观因素的牵制,尤其是经济水平、政府支持、科技支撑、金融开放度、产业结构等层面的影响^[14,19,32]。

② 高能耗工业产业主要包括电力、热力生产和供应业,非金属矿物制品业,黑色金属冶炼及压延加工,有色金属冶炼及压延加工,化学原料及化学制品制造业,石油加工炼焦及核燃料加工业。

在参考现有文献的基础上,同时考虑省份数据的可获得性,经济水平选取地区生产总值,政府支持选取一般公共预算支出中的金融支出额度,科技支撑选取R&D经费内部支出,金融开放度选取外商直接投资(FDI)与GDP的比值来衡量,产业结构选取第三产业增加值^[14,19,32]。

解释因子指标主要来源于《中国统计年鉴》《中国第三产业统计年鉴》《中国教育统计年鉴》《中国财政统计年鉴》《中国科技统计年鉴》。由于本文样本周期为2011—2020年,考虑到每个5年规划期都有着不同政策环境和目标愿景,会出现多条具有值得探讨的经验路径,因此,将样本周期分隔为“十二五”和“十三五”两个时期分别进行定性比较。

3.5 数据校准与转换方法

fsQCA作为一种定性比较方法,主要通过组态视角来探寻影响结果变量的多种路径,同时基于定性逻辑会将每一种组态均视为一个集合,因而需要结合实际以及数据自身(主要是二手数据与案例数据)的经验属性,将传统变量转换为集合形式,即数据校准^[30]。借鉴主流的做法,采用四分位点法对样本数据设定3个锚点值(即门槛值或临界值),依据结果变量与所有解释因子数据从大到小的规律,将样本数据上四分位点(75%分位值)设置为完全隶属点,将数据中位数(50%分位值)设置为交叉点,将下四分位点(25%分位值)设置为完全不隶属点,因此

样本被从大到小分为4份^[30]。

4 结果与分析

4.1 省域层面静态分析与动态核密度估计

在前述模型与指标构建的基础上,运用DEA-solver Pro5.0软件,计算得到2011—2020年中国各省份的绿色金融效率值。同时,根据国家统计局的统计口径,将30个省份划分为东部、西部、中部和东北四大经济区域,具体结果见表1。

表1数据显示,总体而言,中国的绿色金融效率均值排序依次为:东部地区(0.791)>西部地区(0.471)>中部地区(0.470)>东北地区(0.382)。其中,东部地区的效率值位于0.361~1.021之间,有8个省份效率值超过0.600,占总数的4/5,仅有山东和河北低于0.600;西部地区效率值位于0.229~0.808之间,贵州和陕西的效率值超过0.600,占总数的2/11,其余省份效率值均低于0.600,甘肃、宁夏和内蒙古的效率值更是低于0.400;中部地区的效率值位于0.441~0.554之间,仅有湖北高于0.500;东北地区的效率值位于0.340~0.427之间,均在0.500以下。从全国范围而言,广东、北京、上海、浙江、天津、贵州、江苏、福建、陕西与海南的效率值分别位于前10名,重庆、湖北、山东、青海、四川、广西、河南、湖南、江西和安徽分别位于第11~20名。山西、辽宁、新疆、云南、黑龙江、甘肃、河北、吉林、宁夏与内蒙古分别位于第21~30名。

表1 2011—2020年中国各省份及区域绿色金融效率测算值及排名

Table 1 Measured values and ranking of green financial efficiency by province (municipality, autonomous region) in China, 2011-2020

东部地区	效率值	排名	西部地区	效率值	排名	中部地区	效率值	排名	东北地区	效率值	排名
广东	1.021	1	贵州	0.808	6	湖北	0.554	12	辽宁	0.427	22
北京	1.007	2	陕西	0.663	9	河南	0.463	17	黑龙江	0.378	25
上海	0.997	3	重庆	0.555	11	湖南	0.461	18	吉林	0.340	28
浙江	0.969	4	青海	0.506	14	江西	0.457	19			
天津	0.912	5	四川	0.501	15	安徽	0.445	20			
江苏	0.761	7	广西	0.491	16	山西	0.441	21			
福建	0.753	8	新疆	0.417	23						
海南	0.612	10	云南	0.400	24						
山东	0.514	13	甘肃	0.369	26						
河北	0.361	27	宁夏	0.247	29						
			内蒙古	0.229	30						
均值	0.791		均值	0.471		均值	0.470		均值	0.382	

2022年12月

考虑到各省份绿色金融效率本质上是一个动态演化的过程,对各年份进行定量测度与解构有助于更清晰地了解不同省份效率水平的整体情况。因此,本文进一步采用核密度估计法对绿色金融效率进行统计分析,为中国绿色金融效率空间层面的动态演化特征提供更丰富的解释视角。通过Stata16.0软件刻画2011—2020年核密度图,观察发现2011、2015、2017和2020年具有明显的区域演化特征和数据代表性,故将其集中描绘于图1。

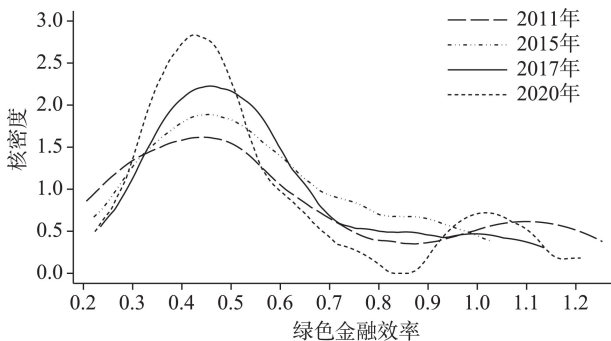


图1 绿色金融效率核密度估计图

Figure 1 Kernel density estimates of green financial efficiency

从总体来看,所选年份的曲线峰值中心均偏左(横轴所对应的值),主要集中在效率值0.4~0.5之间,表明绿色金融效率较低的省份占比较大,也意味着各省份具有较大的效率上升空间。从具体年份来看:①2011年,密度分布曲线呈现出宽度大、峰值重心低、双尾厚的特征,表明初始阶段各省份绿色金融效率发展差异较大、分散程度最高;②2015年,密度分布曲线宽度变窄,密度函数重心峰值(纵轴所对应的值)升高,表明绿色金融效率值分布变得均匀,各省份差异开始缩小;③2017年,密度函数重心峰值继续升高,整体绿色金融效率继续下降;④2020年,密度函数重心的峰值达到最高,出现较为明显的双峰现象,第一个波峰数据集中在0.4~0.5之间,第二个波峰数据集中在1.0~1.1之间,表明高效率值省份的数量增加,整体的绿色金融效率有所回暖,但同时也出现两极分化现象。

综上所述,省域层面静态分析与动态核密度估计的结论极为相似,即中国绿色金融效率呈现极为明显的区域不均衡现象,以东部地区为例的发达地区效率值高于经济水平落后的欠发达地区。整体

上绿色金融效率处于先降后升的演化趋势,且在“十三五”末期出现两极分化现象。造成上述实证结论的原因可能为:一方面,绿色金融效率区域分布状况与地区经济水平差距较大可能具有宏观层面的紧密联系;另一方面,“十三五”时期,中国面临极为复杂的国际竞争环境(例如中美贸易摩擦),以及新冠疫情的爆发给社会各界造成重大影响,发达地区具有较强的经济实力和科技水平等,能够较好地应对外部冲击,欠发达地区因各方面条件水平的落后导致绿色金融效率值降低。

4.2 时间序列分析

如前所述,基于上述测算仅提供省份层面的绿色金融效率值,考虑到绿色金融效率本身就是一个动态过程,故采用Malmquist指数进一步测度时间序列上各年份效率及其效率分解的动态变化规律,能够起到丰富研究内容和增加解释力度的作用。利用DEAP2.1软件,具体计算结果如下:

如表2所示,在研究期间内,总体绿色金融效率的Malmquist呈现增长状态,平均增速为3.70%,说明绿色金融效率整体处于上升水平。其中,技术效率处于下降趋势,降速为2.80%,技术进步平均增速为6.70%。Malmquist可以表示为技术效率和技术进步的乘积,因此将结果归类为4种情况:①2015—2016和2018—2019年,技术进步能够起到一定程度的推动作用,但由于技术效率的阻碍效应太过于明显, $Malmquist < 1.000$;②2019—2020年,技术效率和技术进步均阻碍Malmquist的上升, $Malmquist < 1.000$;③2014—2015年,尽管技术效率呈现阻碍效应,但技术进步的推动作用极为明显, $Malmquist > 1.000$;④其余年份均由技术效率和技术进步共同带动Malmquist的上升, $Malmquist > 1.000$ 。

结合技术效率的变动受到纯技术效率和规模效率的共同作用可知,纯技术效率平均增速为0.40%,规模效率处于下降趋势,降速为0.32%,表明2011—2020年间技术效率整体下降的主要原因是规模效率水平较低。具体可以分为以下4种情形:①2012—2013、2014—2015、2017—2018和2019—2020年仅有纯技术效率上升;②2011—2012、2013—2014、2016—2017和2018—2019年仅有规模效率上升;③2015—2016年,纯技术效率和规模效

表2 2011—2020年Malmquist指数及分解

Table 2 Malmquist index and its decomposition, 2011-2020

年份	技术效率	技术进步	纯技术效率	规模效率	Malmquist
2011—2012	1.043	1.081	0.979	1.065	1.128
2012—2013	1.033	1.004	1.033	0.999	1.037
2013—2014	1.006	1.019	0.995	1.011	1.025
2014—2015	0.836	1.269	1.029	0.813	1.061
2015—2016	0.813	1.165	0.977	0.832	0.948
2016—2017	1.085	1.052	0.999	1.086	1.141
2017—2018	1.046	1.045	1.098	0.953	1.093
2018—2019	0.970	1.025	0.935	1.038	0.995
2019—2020	0.955	0.969	1.001	0.956	0.925
均值	0.972	1.067	1.004	0.968	1.037

率均处于下降态势。

综合来看,中国绿色金融效率整体处于上升水平,“十二五”时期呈现稳定上升趋势,“十三五”时期整体呈现波动下降趋势,这与前文绿色金融效率静态分析的结果具有相似之处。对于效率值下降主要集中于“十三五”时期,可能的原因是中国面临的国际竞争环境日益复杂,以及新冠疫情爆发造成的绿色发展阻滞,进而影响绿色金融效率水平的提升。其中,技术效率水平较低,技术进步是绿色金融效率提升的中坚力量,即在绿色技术的研发和使用上有明显的进步,也意味着各地区绿色金融效率具有较大的上升潜力。亦呈现出纯技术效率微弱上升、规模效率下降的现象,即各地区并未合理利用绿色金融投入,亟需调整绿色金融的资源配置,进而提高规模效率水平,同时也要从管理和运营的

角度进一步提升绿色金融纯技术效率。

4.3 提升路径分析

根据前文介绍的fsQCA比较方法设置好锚点(表3);fsQCA3.0软件中“variable-compute-calibrate”操作会将所有校准后的数据重新构建成可以形成组态路径的真值表(即集合表)。

4.3.1 必要性分析

将30个省份作为研究样本,在进行条件组态分析前,需要对各解释因子及其相反值进行必要性分析(表4),fsQCA软件通过一致性和覆盖度两个指标来表示^[30]。一致性是指样本检验与几何关系的一致程度,该指标大于0.900时,说明该解释因子为结果的必要条件;覆盖度是衡量某一解释因子组合重要性的直接指标,由特定案例数除以实例总数得出。通常仅以“一致性”来判定条件变量是否构成

表3 变量校准锚点

Table 3 Variable calibration anchor points

变量	单位	“十二五”时期模糊校准点			“十三五”时期模糊校准点		
		完全隶属	交叉点	完全不隶属	完全隶属	交叉点	完全不隶属
绿色金融效率	—	0.765	0.479	0.380	0.626	0.488	0.428
金融机构盈利能力	百亿元	13.158	8.329	5.925	26.540	18.232	9.485
居民金融文化素养	万人	10.686	7.225	4.975	12.320	8.085	6.190
经济水平	万亿元	2.566	1.616	1.240	3.702	2.289	1.519
政府支持	百亿元	0.105	0.066	0.045	0.226	0.126	0.046
科技支撑	百亿元	1.754	0.828	0.321	2.383	1.158	0.424
金融开放度	—	0.162	0.049	0.011	0.111	0.050	0.011
产业结构	万亿元	1.063	0.643	0.499	2.107	1.087	0.772

表4 单因子必要性分析结果

Table 4 Results of the one-way necessity analysis

“十二五”时期			“十三五”时期		
条件变量	一致性	覆盖度	条件变量	一致性	覆盖度
金融机构盈利能力	0.647	0.643	金融机构盈利能力	0.659	0.655
<金融机构盈利能力>	0.448	0.434	<金融机构盈利能力>	0.459	0.448
居民金融文化素养	0.723	0.689	居民金融文化素养	0.751	0.760
<居民金融文化素养>	0.379	0.384	<居民金融文化素养>	0.370	0.355
经济水平	0.625	0.620	经济水平	0.536	0.568
<经济水平>	0.476	0.463	<经济水平>	0.567	0.522
政府支持	0.667	0.698	政府支持	0.715	0.763
<政府支持>	0.431	0.398	<政府支持>	0.387	0.353
科技支撑	0.592	0.590	科技支撑	0.739	0.721
<科技支撑>	0.473	0.457	<科技支撑>	0.372	0.369
金融开放度	0.788	0.773	金融开放度	0.763	0.728
<金融开放度>	0.368	0.361	<金融开放度>	0.370	0.377
产业结构	0.628	0.613	产业结构	0.749	0.725
<产业结构>	0.438	0.432	<产业结构>	0.365	0.365

注:“<指标>”表示该指标的相反值。

结果变量的必要条件^[30]。由表4可知,在“十二五”和“十三五”时期,单个因子的一致性均低于0.900,因此,所有解释因子中不存在产生绿色金融高效率的必要条件。

4.3.2 组态分析

由于本文探讨的是中国绿色金融效率的提升路径,因此仅探讨绿色金融高效率的组态分析。在运用fsQCA3.0软件进行组态条件分析时,需要设置研究样本的参数,考虑到本文所选样本为中等样本,因此借鉴现有的主流做法,将raw一致性阈值设置为0.750,将PRI一致性阈值设置为0.700,将案例评述阈值设定为1.000^[33]。fsQCA会产生复杂解、中间解和简单解,同时出现在中间解和简单解中为核心条件,只在中间解中出现的为边缘条件,具体运算结果见表5。

表5中呈现的7种组态(“十二五”时期4种,“十三五”时期3种),无论是单个解还是总体解的一致率水平均高于最低接受标准0.750^[30]。其中,“十二五”时期总体一致率为0.888,总体覆盖率为0.530,解释了53.0%以上绿色金融高效率的原因;“十三五”时期总体一致率为0.836,总体覆盖率为0.420,解释了42.0%以上绿色金融高效率的原因。表5中

的7种组态可以视为绿色金融高效率的充分组合条件,根据每个组态的特点,将其具体归分为以下几种类型:

(1)内生驱动型。主要由“十二五”时期的组态1来体现,即科技支撑这一解释因子发挥了核心作用,居民金融文化素养和政府支持发挥了辅助作用,其他解释因子均为不存在。这类组态认为,一个地区如果具备政府支持、居民高金融文化素养以及较强的科技水平等内生驱动力量,即使位于欠发达地区,在金融机构盈利能力、产业结构和对外开放度都相对较弱的情境下,依旧拥有较高的绿色金融效率,代表省份为贵州和陕西。贵州省在政府支持下,通过自主创新与绿色发展成为首批绿色金融改革创新试验区的省份之一,近年来狠抓数据产业发展,在贵安新区全力打造大数据科创城,形成库、数、经一体联动的内在环境,为西部地区绿色后发追赶起到了示范作用。此外,以“贵州省绿色金融与生态环境保护协同创新中心”的成立为例,能够有效提升区域绿色金融文化素养,为绿色金融效率提升贡献优良的内在环境。对于陕西省而言,2013年12月30日,国家科技部正式批复支持陕西省开展创新型省份建设试点工作,尤其在“十二五”期

表5 中国绿色金融高效率的组态结果

Table 5 Results of efficiency grouping of green finance in China

解释因子	“十二五”时期				“十三五”时期		
	组态1	组态2	组态3	组态4	组态1	组态2	组态3
金融机构盈利能力	⊗	●	●	●	●	●	●
居民金融文化素养	●	⊗	⊗	●	⊗	●	●
经济水平	⊗	⊗	●	●	⊗	⊗	●
政府支持	●	⊗	⊗	●	⊗	⊗	●
科技支撑	●	●	⊗	●	●	⊗	●
金融开放度	⊗	●	●	●	●	⊗	●
产业结构	⊗	●	●	●	⊗	●	●
一致率	0.902	0.968	0.833	0.893	0.842	0.867	0.826
原始覆盖率	0.081	0.103	0.085	0.413	0.068	0.085	0.379
唯一覆盖率	0.026	0.038	0.028	0.344	0.041	0.045	0.352
总体一致率		0.888				0.836	
总体覆盖率		0.530				0.420	

注: ●为核心条件存在, ●为边缘条件存在, ⊗为核心条件缺失, ⊗为边缘条件缺失, 下同; fsQCA 软件会显示出每一类组态的典型示例, 本文没有在表5中展示, 而是在下文每一类组态的理论分析中详细阐述。

末, 陕西省发明专利授权数同比增长 39.5%, 成为西北地区唯一进入全国前十的省份^③。在政府支持下, 陕西省拥有较为强劲的科技实力, 加之其拥有西安交通大学、西北工业大学等国内外顶级名校, 居民整体金融文化素养较高, 上述内生环境优势驱动陕西绿色金融效率处于全国前列水平。

(2) 二元驱动型。主要由“十二五”时期的组态 2 和“十三五”时期的组态 1 来体现, 即金融机构盈利能力、科技支撑发挥核心作用, 前一期金融开放度与产业结构同时发挥辅助作用, 后一期金融开放度发挥辅助作用。这类组态认为, 一个地区具有较好的金融发展水平和科技创新能力, 同时通过引进绿色技术和优化产业结构, 能够实现绿色金融高效率水平, 代表省份为天津。天津市位于环渤海湾经济中心, 地理位置毗邻北京, 凭借着前沿的科技实力跻身发达城市。同时作为近代北方的金融中心, 成为中国第一批碳交易试点市场之一, 是唯一同时参与低碳省区和低碳城市温室气体排放清单编制的直辖市。同时, 天津利用其沿海地理位置的辅助作用, 能够吸引众多外来绿色投资以及引进先进绿色技术, 为绿色金融高效率提供条件。

(3) 沿海开放型。主要由“十二五”时期的组态 3 来体现, 即金融开放度发挥核心作用, 金融机构盈利能力、经济水平和产业结构发挥辅助作用。这类组态认为, 一个地区位于沿海地理位置, 通过对外开放来提升金融机构盈利能力与经济水平, 以及促进产业结构的优化, 进一步为提升绿色金融效率值贡献了多种条件, 代表省份为福建与海南。属于沿海经济开放地区的福建省, 位于 21 世纪海上丝绸之路核心区, 同时作为中国首个生态文明试验基地, 始终坚持“走出去”与“引进来”相结合, 尤其是 2014 年福建自贸区的设立, 使得福建省的 GDP 和金融业一直处于全国前列。海南省同样处于沿海开放区域, 特别是海南自贸港的成立, 运用新的融资方式拓宽绿色信贷资金来源, 进一步提升了服务自贸港绿色产业发展的能力。海南银行也先后两次发行自贸港绿色金融债, 金融机构在提高盈利能力的同时, 为低碳产业提供更多的融资额度和路径, 有利于绿色金融效率的提升。

(4) 资源整合型。主要由“十三五”时期的组态 2 来体现, 该组态表明, 金融机构盈利能力、居民金融文化素养、产业结构发挥了核心作用, 其他解释

③ 数据资料来源于陕西省人民政府官网。

2022年12月

因子均为不存在。这类组态认为,一个地区能够整合金融机构盈利能力、居民金融文化以及产业结构等优势资源,即使缺乏绿色金融相关政策支持、一流的科技水平以及一线化的经济实力,依旧能够体现出相对较高的效率水平,代表省份为重庆市。重庆虽属于直辖市,但由于地处西南欠发达区域,长期以来的重工业发展催生了低碳转型的迫切需求。在整合其产业结构优化(主要是以低碳产业为主的第三产业突出)以及金融底蕴浓厚(金融机构数量和高学历人才优势明显)等资源优势下,亦打造出以排污权抵押贷款为代表的绿色信贷产品服务体系,使重庆市“十三五”时期绿色金融效率水平较“十二五”时期具有较大幅度的跃升,成为低碳转型的典型案列。

(5)全面发展型。主要由“十二五”时期的组态4和“十三五”时期的组态3来体现,这类组态的所有解释因子均存在,前一期核心条件为居民金融文化素养、经济水平、政府支持、金融开放度,后一期核

心条件为金融机构盈利能力、居民金融文化素养、经济水平和金融开放度,代表省份为广东、北京、上海、浙江和江苏等发达地区。从前述效率值结果来看,广东、北京、上海、浙江和江苏位于全国前列,一方面是由于享受绿色发展早期的政策鼓励和制度供给,同时赶上时代发展的创新红利;另一方面是由于在全要素资源禀赋下,发达地区绿色驱动机制完善以及驱动力强劲,无论是经济、科技、金融等都拥有高级别的资金配置效率(如金融机构规模优势)和绿色整合能力(如信贷额度分配大)。

4.3.3 稳健性检验

根据fsQCA方法论,通常使用调高样本一致性阈值、提高PRI一致性、改变样本数量以及新增条件变量进行稳健性检验,本文采用最主流的做法,通过调高样本PRI一致性这种方式进行稳健性检验,将PRI一致性由原先的0.700调整为0.750^[33]。稳健性结果显示的新组态与原组态一致,表明本文结果具有稳定的解释意义,具体结果见表6。

表6 稳健性检验组态结果
Table 6 Robustness test group results

解释因子	“十二五”时期				“十三五”时期		
	组态1	组态2	组态3	组态4	组态1	组态2	组态3
金融机构盈利能力	⊗	●	●	●	●	●	●
居民金融文化素养	●	⊗	⊗	●	⊗	●	●
经济水平	⊗	⊗	●	●	⊗	⊗	●
政府支持	●	⊗	⊗	●	⊗	⊗	●
科技支撑	●	●	⊗	●	●	⊗	●
金融开放度	⊗	●	●	●	●	⊗	●
产业结构	⊗	●	●	●	⊗	●	●
一致率	0.902	0.968	0.833	0.893	0.842	0.867	0.826
原始覆盖率	0.081	0.103	0.085	0.413	0.068	0.085	0.379
唯一覆盖率	0.026	0.038	0.028	0.344	0.041	0.045	0.352
总体一致率		0.888				0.836	
总体覆盖率		0.530				0.420	

6 结论、政策建议与研究展望

6.1 结论

在复杂转型背景下,绿色金融的发展和规模成为既有研究热议的主题,为丰富绿色金融效率的研究内容,本文采用Super-SBM模型与Malmquist指

数来测算中国各省份2011—2020年的绿色金融效率,同时借助组态逻辑分析对绿色金融效率的提升路径进行跟踪研判。主要得出如下结论:

(1)中国绿色金融效率存在显著的时空异质性。在时间维度上,绿色金融效率整体处于上升水

平,效率值处于上升阶段集中于“十二五”时期,而在“十三五”时期处于波动下降态势,基于效率值分化的时间刻度可以看出,影响绿色金融效率水平的可能因素为中美贸易摩擦的加剧以及重大公共卫生事件突发等。在空间维度上,广东、北京、上海等经济发达省份效率值相对较高,吉林、宁夏、内蒙古等欠发达省份效率值相对较低,四大经济区域总体呈现出“东部—西部—中部—东北”依次递减的格局。

(2)中国绿色金融效率具有明显的空间演化规律与组成要素特征。从省份层面来看,随着绿色转型理念的深入,各省份绿色金融效率差距一度显现出逐步缩小的迹象;在进入绿色金融发展深水区后,由于区域绿色资源禀赋以及金融文化底蕴的差距,亦表现出一定程度的聚集现象和两极分化态势。此外,绿色金融效率组成要素的变化规律显示,在效率值处于上升趋势时,主要的推动力量为技术进步和纯技术效率;在效率值处于下降趋势时,规模效率推动力量不足。

(3)中国绿色金融效率具有组态逻辑下的多条提升路径。整体上,各解释因子均不能单独作为绿色金融高效率的必要条件,即单个因子并不构成绿色金融效率提升的瓶颈。“十二五”“十三五”两期共识别出5条具有“殊途同归”意义的组态驱动路径,具体为内生驱动型、二元驱动型、沿海开放型、资源整合型以及全面发展型。可以看出,中国绿色金融高效率省份多数是在各解释因子的综合影响下形成,提升效率水平的关键在于统筹多个层面的利好因素。

6.2 政策建议

绿色金融效率的提升,本质上是一种“自上而下的政府主导”和“自下而上的市场引导”双重机制运行的结果,其不仅指向绿色化转型的“制度供给”问题,同时还蕴含着更为复杂的宏微观治理逻辑。基于此,本文提出如下几点理论建议:

(1)提高低效率区域的绿色金融投入与管理能力。基于区域绿色金融资源禀赋的差异,发达地区具备更充足的绿色金融投入,欠发达地区则面临更多的融资约束,从而引致绿色金融效率在区域分布上的显著不均衡性。因此,需要在投入层面进行合

理化布局,以“能者多劳”的形式来间接拉动欠发达地区的绿色金融投入,即高效率区域承担更多的融资任务,为本地区及其他地区的绿色转型企业提供资金支持,分担欠发达地区的绿色金融压力。低效率区域也应学习发达地区绿色金融的投资经验与管理能力,比如建立严格的审查机制来筛选出具有可持续性的绿色项目,淘汰存在潜在风险的绿色投资。政府部门亦可以制定新的发展政策,例如增设绿色金融改革创新试验区来充分发挥区域自然资源优势、开发清洁能源项目,对于规模效率相对较低的区域,金融机构应在规模扩大的同时努力提高自身的管理技能,精确把握市场的绿色融资需求,以促进绿色转型企业产品增质的形式来提高规模效率。

(2)创新赋能绿色金融效率的提升。技术进步与纯技术效率是绿色金融效率提升的重要因素,在创新发展的时代背景下,需要以多元化的创新形式来进一步赋能绿色金融效率的技术提升。具体到实践中而言,一是要创新服务,支持绿色农业、绿色建筑等重点领域融资,培育区域绿色交易市场,以及建立融资投诉网络服务平台,并尝试性发掘绿色担保、绿色租赁等具有情景适应性的新型服务工具与绿色融资渠道。二是要创新技术,鼓励金融机构挖掘金融大数据引擎、区块链与云金融等新兴技术,乘势发挥“数字经济”在绿色产业及金融资源配置中的智能化、信息化和高效化功能。三是要创新产品,可采取扩大抵押与质押品范围、开设投贷联动业务试点、发展基于碳排放权和用能权等各类环境权益的融资工具来丰富绿色金融产品的种类。

(3)提高区域风险应对与资源利用能力。在面临发达国家技术封锁与重大公共卫生事件等风险冲击时,政府的顶层设计需要制定更多能够扩大绿色产品内需以及深化绿色技术供给的保障性政策,对于本土新能源和环保制造业等低碳产业给予充分的税费补贴,降低绿色融资企业因销售不畅而破产的风险。此外,政府部门与金融机构应鼓励企业最大限度地降低绿色生产成本,以及建立企业信息披露与风险预警机制,及时公开企业绿色投资的使用范围,同时要为本企业提供充足的风险准备金。另从发达地区的组态经验来看,绿色金融效率的提

2022年12月

升需要整合区域的全要素生产资源,不能局限于金融业的发展,而是致力于提升区域经济、科技与产业结构等全要素水平,贡献有利于绿色金融效率提升的体制和区域环境。在不具备全部有利因素时,亦可以借鉴贵州、陕西、天津和海南等组态经验,以发挥区域特有的资源与环境优势来提高绿色资金的使用效率。

6.3 研究展望

本文基于数据包络分析中的 Super-SBM 模型来测度中国省份层面的绿色金融效率,测算的是同一前沿面各决策单元的相对效率,而非绝对效率。虽然本文尽可能在效率指标构建上选取具有绝对意义的指标(即尽可能不选取“比值”类型的指标),以及着重对各省份绿色金融效率的排名进行分析,但是仍然无法从根本上解决相对效率的局限性。因此,在未来的研究中,将继续探寻能够测度绝对效率的前沿方法,同时将其与本文的相对效率进行比较分析,以丰富绿色金融效率的研究。

参考文献(References):

- [1] 张莉莉,肖黎明,高军峰.中国绿色金融发展水平与效率的测度及比较:基于1040家公众公司的微观数据[J].中国科技论坛,2018,(9):100-112. [Zhang L L, Xiao L M, Gao J F. Measurement and comparison of green financial development level and efficiency in China: Based on data of 1040 public companies[J]. Forum on Science and Technology in China, 2018, (9): 100-112.]
- [2] Yu C H, Wu X Q, Zhang D Y, et al. Demand for green finance: Resolving financing constraints on green innovation in China[J]. Energy Policy, 2021, DOI: 10.1016/j.enpol.2021.112255.
- [3] Bhatnagar S, Sharma D. Evolution of green finance and its enablers: A bibliometric analysis[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2022, DOI: 10.1016/j.rser.2022.112405.
- [4] 史代敏,施晓燕.绿色金融与经济高质量发展:机理、特征与实证研究[J].统计研究,2022,39(1):31-48. [Shi D M, Shi X Y. Green finance and high-quality economic development: Mechanism, characteristics and empirical study[J]. Statistical Research, 2022, 39(1): 31-48.]
- [5] 王凤荣,王康仕.“绿色”政策与绿色金融配置效率:基于中国制造业上市公司的实证研究[J].财经科学,2018,(5):1-14. [Wang F R, Wang K S. Green policy and allocative efficiency of green finance: Evidence from Chinese manufacturing listed enterprises[J]. Finance and Economics Science, 2018, (5): 1-14.]
- [6] Yin X, Xu Z. An empirical analysis of the coupling and coordinative development of China's green finance and economic growth [J]. Resources Policy, 2022, DOI: 10.1016/j.resourpol.2021.102476.
- [7] Sun H Y, Chen F S. The impact of green finance on China's regional energy consumption structure based on system GMM[J]. Resources Policy, 2022, DOI: 10.1016/j.resourpol.2022.102588.
- [8] 文书洋,张琳,刘锡良.我们为什么需要绿色金融?从全球经验事实到基于经济增长框架的理论解释[J].金融研究,2021,(12):20-37. [Wen S Y, Zhang L, Liu X L. Why do we need green finance? Global empirical facts and theoretical explanations in an economic growth framework[J]. Journal of Financial Research, 2021, (12): 20-37.]
- [9] Zhang W, Zhu Z R, Liu X M, et al. Can green finance improve carbon emission efficiency? [J]. Environmental Science and Pollution Research International, 2022, 29(45): 1-14.
- [10] Wang J Z, Chen X, Li X X, et al. The market reaction to green bond issuance: Evidence from China[J]. Pacific-Basin Finance Journal, 2020, DOI: 10.1016/j.pacfin.2020.101294.
- [11] 刘锡良,文书洋.中国的金融机构应当承担环境责任吗?基本事实、理论模型与实证检验[J].经济研究,2019,54(3):38-54. [Liu X L, Wen S Y. Should financial institutions be environmentally responsible in China? Facts, theory and evidence[J]. Economic Research Journal, 2019, 54(3): 38-54.]
- [12] 丁宁,任亦依,左颖.绿色信贷政策得不偿失还是得偿所愿?基于资源配置视角的PSM-DID1成本效率分析[J].金融研究,2020,(4):112-130. [Ding N, Ren Y N, Zuo Y. Do the losses of the green-credit policy outweigh the gains? A PSM-DID cost-efficiency analysis based on resource allocation[J]. Journal of Financial Research, 2020, (4): 112-130.]
- [13] Liu R Y, Wang D Q, Zhang L, et al. Can green financial development promote regional ecological efficiency: A case study of China [J]. Natural Hazards, 2019, 95: 325-341.
- [14] 张婷,李泽辉,崔婕.绿色金融、环境规制与产业结构优化[J].山西财经大学学报,2022,44(6):84-98. [Zhang T, Li Z H, Cui J. Green finance, environmental regulation and industrial structure optimization[J]. Journal of Shanxi University of Finance and Economics, 2022, 44(6): 84-98.]
- [15] 杜莉,郑立纯.中国绿色金融政策质量评价研究[J].武汉大学学报(哲学社会科学版),2020,73(3):115-129. [Du L, Zheng L C. Research on the quality evaluation of China's green financial policy[J]. Wuhan University Journal (Philosophy and Social Science), 2020, 73(3): 115-129.]
- [16] Lv C C, Bian B C, Lee C C, et al. Regional gap and the trend of green finance development in China[J]. Energy Economics, 2021, DOI: 10.1016/j.eneco.2021.105476.
- [17] 侯晓辉,王博.金融供给侧结构性改革背景下的绿色金融发展

- 问题研究[J]. 求是学刊, 2020, 47(5): 13-20. [Hou X H, Wang B. On green finance development in the context of financial supply-side structural reform[J]. Seeking Truth, 2020, 47(5): 13-20.]
- [18] 朱向东, 周心怡, 朱晟君, 等. 中国城市绿色金融及其影响因素: 以绿色债券为例[J]. 自然资源学报, 2021, 36(12): 3247-3260. [Zhu X D, Zhou X Y, Zhu S J, et al. The development of Chinese urban green finance and its influencing factors: An empirical analysis based on green bond[J]. Journal of Natural Resources, 2021, 36(12): 3247-3260.]
- [19] 周新苗, 刘慧宏, 唐绍祥, 等. 不同驱动机制下绿色金融发展的宏观经济效应研究[J]. 中国软科学, 2021, (12): 31-40. [Zhou X M, Liu H H, Tang S X, et al. Research on the macroeconomic effects of green financial development under different driving mechanisms[J]. China Soft Science, 2021, (12): 31-40.]
- [20] Madaleno M, Dogan E, Taskin D. A step forward on sustainability: The nexus of environmental responsibility, green technology, clean energy and green finance[J]. Energy Economics, 2022, DOI: 10.1016/j.eneco.2022.105945.
- [21] 曾胜, 李欣忆, 屈雨薇. 长江经济带绿色金融效率测评研究[J]. 农村金融研究, 2021, (6): 29-39. [Zeng S, Li X Y, Qu Y W. Research on the evaluation of green finance efficiency in the Yangtze River Economic Zone[J]. Rural Finance Research, 2021, (6): 29-39.]
- [22] 梁中, 昂昊. 中国绿色技术创新效率演化及其空间治理[J]. 财贸研究, 2019, 30(8): 16-25. [Liang Z, Ang H. Green technology innovation efficiency evolution and space governance in China[J]. Finance and Trade Research, 2019, 30(8): 16-25.]
- [23] Peng B H, Wang Y Y, Wei G. Energy eco-efficiency: Is there any spatial correlation between different regions?[J]. Energy Policy, 2020, DOI: 10.1016/j.enpol.2020.111404.
- [24] 岳立, 薛丹. 黄河流域沿线城市绿色发展效率时空演变及其影响因素[J]. 资源科学, 2020, 42(12): 2274-2284. [Yue L, Xue D. Spatiotemporal change of urban green development efficiency in the Yellow River Basin and influencing factors[J]. Resources Science, 2020, 42(12): 2274-2284.]
- [25] 徐伟, 李直儒, 施慧斌, 等. 基于Super-SBM模型和Malmquist指数的中国工业创新效率评价[J]. 宏观经济研究, 2021, (5): 55-68. [Xu W, Li Z R, Shi H B, et al. An evaluation of China's industrial innovation efficiency based on Super-SBM model and Malmquist index[J]. Macroeconomics, 2021, (5): 55-68.]
- [26] 沈晓艳, 王广洪, 黄贤金. 1997-2013年中国绿色GDP核算及时空格局研究[J]. 自然资源学报, 2017, 32(10): 1639-1650. [Shen X Y, Wang G H, Huang X J. Green GDP accounting and spatio-temporal pattern in China from 1997 to 2013[J]. Journal of Natural Resources, 2017, 32(10): 1639-1650.]
- [27] 岳立, 曹雨暄, 王宇. 能源政策的区域碳减排效应[J]. 资源科学, 2022, 44(6): 1105-1118. [Yue L, Cao Y X, Wang Y. Effect of energy policies on regional carbon emission reduction[J]. Resources Science, 2022, 44(6): 1105-1118.]
- [28] 赵佳, 朱雨可. 基于投资视角的居民消费结构变动对环境效率的影响[J]. 资源科学, 2021, 43(9): 1764-1777. [Zhao J, Zhu Y K. Impact of consumption structure change on environmental efficiency from the perspective of investment[J]. Resources Science, 2021, 43(9): 1764-1777.]
- [29] Lin B Q, Su T. Green bond vs conventional bond: Outline the rationale behind issuance choices in China[J]. International Review of Financial Analysis, 2022, DOI: 10.1016/j.irfa.2022.102063.
- [30] Fiss P C. A set-theoretic approach to organizational configurations [J]. Academy of Management Review, 2007, 32(4): 1180-1198.
- [31] 乔琴, 樊杰, 孙勇, 等. “一带一路”沿线省域绿色金融测度及影响因素研究[J]. 工业技术经济, 2021, 40(7): 120-126. [Qiao Q, Fan J, Sun Y, et al. Research on the measurement and influencing factors of green finance in the provinces along “the Belt and Road” [J]. Journal of Industrial Technological Economics, 2021, 40(7): 120-126.]
- [32] 李雨婕, 肖黎明. 中国绿色金融网络空间结构特征及影响因素分析: 基于企业-城市网络转译模型的视角[J]. 世界地理研究, 2021, 30(1): 101-113. [Li Y J, Xiao L M. Analysis on the spatial structure characteristics and influencing factors of China's green financial network: From the perspective of enterprise-city network retranslation model[J]. World Regional Studies, 2021, 30(1): 101-113.]
- [33] 杜运周, 李佳馨, 刘秋辰, 等. 复杂动态视角下的组态理论与QCA方法: 研究进展与未来方向[J]. 管理世界, 2021, 37(3): 180-197. [Du Y Z, Li J X, Liu Q C, et al. Configurational theory and QCA method from a complex dynamic perspective: Research progress and future directions[J]. Journal of Management World, 2021, 37(3): 180-197.]

Spatiotemporal variations in the efficiency of green finance in China and its enhancement paths

WU Chengsong¹, ANG Hao²

(1. School of Business, Anhui University, Hefei 230601, China; 2. School of Economics, Anhui University, Hefei 230601, China)

Abstract: In order to explore the level of efficiency and the path of improvement of green finance, this paper uses the Super-SBM model and the Malmquist Index to measure the efficiency of green finance in 30 Chinese provinces from 2011 to 2020, with a multi-dimensional interpretation in terms of provincial distribution and time series, as well as a follow-up study on the explanatory factors affecting the efficiency value through a group perspective. The study showed that: (1) The efficiency of green finance in China showed a decreasing pattern of east-west-central-northeast, with a certain degree of aggregation and polarization in spatial distribution; (2) The rising efficiency was concentrated in the 12th Five-Year Plan period, and the efficiency value fluctuated and decreased in the 13th Five-Year Plan period; pure technical efficiency and technological progress were the leading factors for the rising efficiency, and scale efficiency was the main reason for the decreasing efficiency; (3) None of the explanatory factors alone constituted a bottleneck for the improvement of green financial efficiency, and five high-efficiency grouping driving pathways were identified through linkage matching. Finally, a series of forward-looking theoretical recommendations were made based on the significant developmental unevenness and systemic grouping characteristics of the regional green financial efficiency issue.

Key words: green finance; efficiency measures; spatiotemporal analysis; explanatory factors; group perspective; enhancement paths; Super-SBM model; China