

产业结构优化与绿色金融发展 ——基于全国 31 个省市的空间杜宾模型

Research on the Development of Green Finance and the Industrial Structure —Spatial Durbin Model Based on 31 Provinces Across the Country

黄雯 刘扬

摘要: 基于我国绿色金融发展现状, 本文构建了衡量绿色金融发展水平的指标体系, 分析绿色金融与产业结构优化之间的关系, 评估我国绿色金融发展程度, 并从区域角度分析绿色金融发展的经济效应, 探究全国31个省市绿色金融发展对产业结构调整的影响及空间特征。基于研究结果, 从发展绿色金融业务、提升绿色金融与产业结构优化的协同、开展区域合作等方面提出建议。

关键词: 绿色金融 产业结构 耦合协调 空间杜宾模型

Abstract: The authors of this paper have constructed an indicator system to measure the level of development in the field of green finance. This paper analyzes the relationship between green finance and the optimization of the industrial structure. It also assesses the economic effects of green finance development from a regional perspective by exploring the impact of green finance on adjustments to the industrial structure in 31 cities and provinces in China. Lastly, it offers suggestions in the areas of developing green finance business, enhancing synergy between green finance and industrial structure optimization and expanding regional cooperation.

Keywords: Green Finance, Industrial Structure, Coupling and Coordination, the Spatial Dubin Model

作者单位: 中国人民银行天津分行营业管理部。本文系作者个人观点, 与所在机构无关。

十大明确提出“构建市场导向的绿色技术创新体系，发展绿色金融”。绿色金融作为绿色发展理念和金融供给的有机结合，在推动经济发展方式变革、优化经济发展环境、加快生态文明建设等方面具有重要意义。

我国绿色金融阶段式发展路线

20世纪70年代，工业化程度较高的西方国家环境问题日益突出，绿色环保由公众运动，经立法保障，逐渐影响私人部门经营决策，呈现出“环境污染-公众运动-绿色消费-绿色生产-绿色金融”发展脉络。并凭借相对完备的环境信息披露机制和较为成熟的环保体系，绿色产业与金融逐步实现融合。

与西方国家不同，我国绿色金融发展

采取以政府为主导的“自上而下”模式。由于我国正逼近环境库兹涅茨曲线峰值区域，面临经济增长与环境保护双重压力，需要依靠政府力量加快顶层设计、完善制度建设。这其中，主要经历三个阶段。第一阶段绿色金融发展初期，《关于运用信贷政策促进环境保护工作的通知》等文件出台，逐步释放出促进绿色金融发展的积极信号。第二阶段明确发展绿色金融为改革方向，提出构建绿色金融体系，加快发展进程。第三阶段从试验区到全国、从绿色信贷到各项业务，全面推进绿色金融发展。截至2020年末，我国主要金融机构本外币绿色贷款余额达11.95万亿元，绿色债券规模超过2 200亿元，绿色金融成为支持产业结构优化升级和经济绿色发展的重要力量。

表 1 我国绿色金融发展历程

发展阶段	时间	国家决定或出台文件情况
第一阶段	1995年2月	中国人民银行出台《关于贯彻信贷政策与加强环境保护工作有关问题的通知》
	1995年2月	国家环保总局出台《关于运用信贷政策促进环境保护工作的通知》
第二阶段	2013年11月	《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》发布，明确绿色金融发展现实意义
	2015年9月	《生态文明体制改革总体方案》通过审议，首次提出建立绿色金融体系
	2016年3月	“十三五”规划明确提出“构建我国绿色金融体系”宏伟目标
	2016年8月	中国人民银行印发《关于构建绿色金融体系的指导意见》
第三阶段	2017年6月	国务院常务会议决定在部分地区开展绿色金融改革创新试验区
	2018年7月	中国人民银行印发《关于开展银行业存款类金融机构绿色信贷业绩评价的通知》，大力发展绿色信贷业务
	2019年5月	中国人民银行印发《关于支持绿色金融改革创新试验区发行绿色债券融资工具的通知》
	2021年6月	中国人民银行印发《银行业金融机构绿色金融评价方案》

由于绿色金融进入到纵深发展阶段，绿色项目认证体系不完善、绿色保险发展相对滞后等问题逐渐凸显。科学系统地衡量我国绿色金融发展水平，构建完备的评价体系，研究能否通过绿色金融引导资金流向，助力产业结构优化调整，具有更强的现实意义。基于此，本文规划两条研究主线，一是构建指标体系测算我国绿色金融发展程度，静态分析绿色金融与产业结构优化关联关系；二是基于空间效应，动态探究区域产业结构优化受绿色金融发展的影响。

绿色金融发展平稳且与产业结构中度耦合

绿色金融发展指标平稳

指标选取。基于《关于构建绿色金融体系的指导意见》对绿色金融的定义^①，本文构建绿色金融发展指标体系（表2）。

一是绿色信贷。采用高能耗^②企业利息支出占比指标，衡量绿色信贷对高耗能企业发展的制约程度。二是绿色证券。我国绿色债券市场标准化自2016年至今期限较短，因此使用高耗能企业市值占比替代衡量。三是绿色投资。环保投资带有公共属性，主要依赖财政支出，使用节能环保支出占地方财政支出的比例进行衡量。四是绿色保险。农业发展与环境相关，农业保险与环境保险的设计原则相似，采用农业保险赔付率代表绿色保险发展程度。当赔付增长速度高于保险收入增长速度时，说明当前农业保险的发展速度尚不能满足市场发展需求。

权重测算。使用熵值法构建绿色金融指标体系，首先对高耗能企业利息支出、高耗能企业市值占比和农业保险赔付率三项指标标准化逆处理。其次计算各指标的信息熵。再次，对所有指标进行正向平

表2 绿色金融发展水平指标体系

I级指标	II级指标	III级指标	公式	正负效应
绿色金融发展水平	绿色信贷	高耗能企业利息支出	高耗能企业利息支出/利息总支出	负
	绿色证券	高耗能企业市值占比	高耗能企业市值/总市值	负
	绿色投资	节能环保支出	节能环保财政支出/财政支出	正
	绿色保险	农业保险赔付率	农业赔付金额/农业保险收入	负

① 由于碳排放数据仅更新至2017年，数据久远，而国家绿色发展基金于2020年成立，可用数据较少，因此本文未将这两项指标纳入评价体系内。其他数据来源于Wind和《中国工业统计年鉴》。

② 依据单位工业增加值能耗的高低，国家统一把以下六个行业列为高耗能行业：石油加工、炼焦及核燃料加工业，化学原料及化学制品制造业，非金属矿物制品业，黑色金属冶炼及延压加工业，有色金属冶炼及延压加工业，电力热力的生产和供应业。

移，消除零值后，计算权重中间量。最后计算各指标权重。经计算，绿色信贷、绿色证券、绿色投资、绿色保险的权重分别为0.18425、0.19544、0.41801、0.20230。

计算结果。基于绿色金融各项业务指标得分和权重，测算我国绿色金融发展水平，2016至2020年分别为0.349、0.349、0.353、0.330、0.315。近五年我国绿色金融发展总体平稳，略呈倒U趋势，2018年达到峰值，2020年下降较为明显。

分析^①二级指标（图1），一是受政策和市场环境的影响，节能环保财政支出不断攀升。2016—2019年，节能环保财政支出总计2.4万亿元，政府不断加大对环保

和绿色产业的支持力度，并撬动社会资本投入。二是受限于产业结构基础和经济增长压力，高耗能产业市值占比和利息支出占比变化不大。高耗能行业因利润高、投资快等特点，仍具有一定吸引力。部分地区基于资源优势和产业结构基础，对高耗能产业采取鼓励使用清洁能源、提高加工转换效率等方式，并未大幅调减高耗能产业占比。三是农业保险赔付率受自然灾害和政策引导两方面影响，波动明显。2019年，《关于加快农业保险高质量发展的指导意见》等文件下发，明确要扩大农业保险覆盖面、提高农业保险保障水平。政策支持下，农业保险发展迅速，2019年保

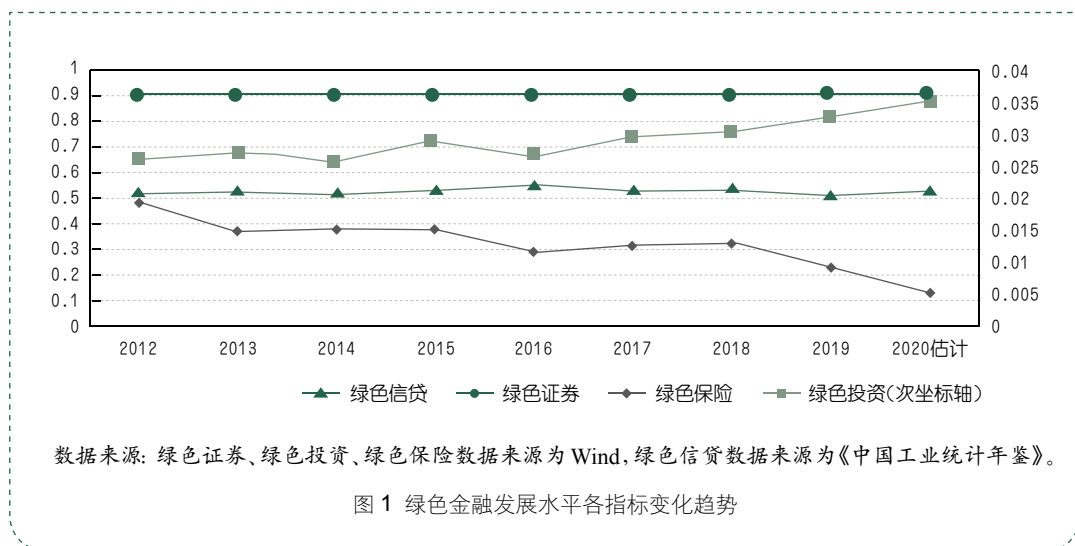


图1 绿色金融发展水平各指标变化趋势

① 高耗能企业市值占比、农业保险赔付率等负向指标均为经过逆向化处理的数据。

优化的产业结构对绿色金融产品、服务等提出更高要求，促使绿色金融发展水平不断提升。本文借鉴物理学中“耦合”概念，测算绿色金融与产业结构优化耦合协调度，量化分析二者关系。

费收入同比增长17.4%。但受非洲猪瘟疫情、台风玛利亚等自然灾害影响，保险赔付金额同比增长33.9%，增长率超过保费收入。2020年南方遭遇1998年以来的最严重汛情，导致当年农业保险赔付率偏高。

绿色金融与产业结构优化中度耦合

绿色金融与产业结构的互动关系表现为两方面：一是绿色金融推动产业结构升级。资金投向绿色产业，可缓解重型化产业结构带来的环境问题。二是产业结构升级带动绿色金融发展。优化的产业结构对绿色金融产品、服务等提出更高要求，促使绿色金融发展水平不断提升。本文借鉴物理学中“耦合”概念，测算绿色金融与产业结构优化耦合协调度，量化分析二者关系。

产业结构优化度测算。根据克拉克定理，使用第三产业产值与第二产业产值的比值衡量产业结构优化程度，2016至2020年我国产业结构优化度分别为1.323、1.322、1.342、1.406、1.44。

分省市测算可发现：一是纵向分析，

2016—2019年除云南、西藏外，绝大部分省市产业结构合理化水平逐年提高。二是横向分析，各省市间仍有明显差距，北京、天津、上海等13个省市2019年产业结构合理化水平较高，其他半数以上省市的产业结构合理化水平低于全国平均数值。

耦合分析。绿色金融与产业结构耦合协调度计算模型如下。

$$D = \sqrt{C \times H} \quad (1)$$

$$\text{其中, } C = \sqrt{\frac{H_1 H_2}{(H_1 + H_2)^2}}, \quad H = \alpha H_1 + \beta H_2,$$

H_1 为绿色金融指数， H_2 为产业结构指数， H 代表绿色金融与产业结构的整体协调效应， α 、 β 为待定参数，借鉴大多数文献处理方法取 $\alpha = \beta = 0.5$ ，表示绿色金融与产业结构升级同等重要。 D 值在0-1之间， $0.3 < D \leq 0.4$ 为低度耦合协调， $0.4 < D \leq 0.5$ 为初级耦合协调， $0.5 < D \leq 0.6$ 为中度协调。经计算，2016—2020年耦合协调度总体保持平稳，分别为0.583、0.583、0.587、0.583、0.580，基本处于中度耦合协调阶段，仍有较大上升空间。

分省市计算可发现：一是处于中度耦合协调水平的省市增多，由2016年的28个上升至2019年的30个，仅宁夏一地暂处初级耦合协调阶段，耦合协调度为0.486。二是地区差距缩小，31个省市耦合协调度标准差由2016年的0.0648下降至2019年的0.0597。三是东北、华北、华东地区协调程度上升明显。2019年耦合协调度前50%

的省市中东北、华北、华东占比62.5%，较2016年上升12.5个百分点，其中福建、河北和吉林上升趋势尤为明显。作为全国首批生态省建设试点和国家生态文明试验区，福建省不断加强绿色金融协同创新，强化监管引导和政策扶持，推动金融与绿色产业协调发展。河北省和吉林省作为传统工业大省，2016年以来全力支持绿色金融能源领域发展，在支持高耗能、高污染行业实施节能减排技术改造、支持环境保护和清洁能源项目等方面表现突出。

绿色金融对产业结构的间接效应

构建空间杜宾模型

基于地理学第一定律 (Tobler, 1970)^①，本文构建以空间距离为基础的距离矩阵，即空间权重为距离平方的倒数。使用莫兰指数 (Moran's I) 研究变量间是否存在空间维度的相关关系。对31个省市产业结构合理化程度进行全局空间自相关检验，结果如下。

结果通过5%显著性水平的莫兰检验，存在较为显著的空间自相关性，且产业结构合理化分布总体表现为高低交错特征。为观测各省市空间分布特点，对2013年、2015年、2017年、2019年产业结构优化程度进行局域空间自相关检验，其中，2019年局域莫兰指数如图2所示。

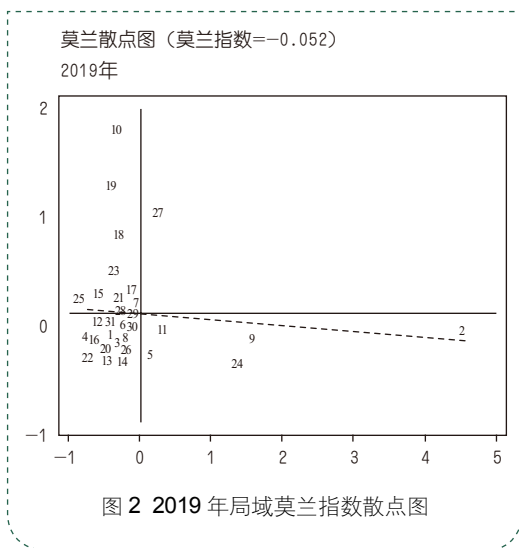
横坐标代表产业结构优化程度，纵坐标为相应的空间滞后向量，第一象限代表“高高”聚集，表现为良好的溢出效应，第三象限为“低低”聚集，表现为一定程度的挤出效应，第二和第四象限分别为“低高”和“高低”聚集，表明相邻地区间的差异化特点。由图可知，一是仅天津处于第一象限，表现为正向的空间溢出，对周边产业结构优化调整起积极推动作用。二是大部分省市位于第二、四象限，61.3%的省市表现为产业结构与周边地区差异化特点，包括北京、上海、浙江、江苏等经济较发达地区，甘肃、宁夏、青海等内陆地区，以及吉林、辽宁等传统工业

表 3 我国产业结构优化程度莫兰指数表

年份	Moran's I	Z	P	年份	Moran's I	Z	P
2012	-1.858***	-2.640	0.004	2016	-2.334***	-3.259	0.001
2013	-1.913***	-2.602	0.005	2017	-2.030***	-2.876	0.002
2014	-2.004***	-2.771	0.003	2018	-1.636***	-2.321	0.010
2015	-2.055***	-2.971	0.001	2019	-1.334**	-1.829	0.034

注：***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 显著性水平下显著，下同。

① 该理论认为，任何事物与其他周围事物之间存在联系，而距离较近的事物比距离较远的事物联系更为紧密。



聚集的东北地区。三是约35.5%的省市位于第三象限，对周边产业结构优化存在一定程度“挤出”效应，主要集中在华中、西南地区。

综上，产业结构优化指标存在空间效应，无法使用普通计量模型估计。空间杜宾模型反映了某区域被解释变量受其他区域因素的影响，因此本文构建空间杜宾计

量模型 (SDM) 进一步探析产业结构优化与绿色金融的关系。

一是确定变量。被解释变量为产业结构合理化水平 (ISR)，核心解释变量为绿色金融发展水平 (GF)。引入地区经济发展、经济外向程度、科研能力、教育水平等作为控制变量。

二是Hausman检验及模型构建。经检验， $\text{Prob} > \chi^2 = 0.2911$ ，在1%、5%、10%的显著性水平下均不能拒绝原假设，选择随机效应模型，构建区域产业结构合理化与绿色金融发展的SDM模型。

$$\begin{aligned}
 \text{ISR}_{it} = & \alpha + \beta \text{GF}_{it} + \sum_{q=1}^4 \gamma_{iq} X_{iq} \\
 & + \delta \sum_{j=1}^{31} \omega_{ij} \text{ISR}_{it} + \theta \sum_{j=1}^{31} \omega_{ij} \text{GF}_{it} \\
 & + \sum_{q=1}^4 \sum_{j=1}^{31} \mu_{iq} \omega_{ij} X_{iq} + \varepsilon \quad (2)
 \end{aligned}$$

其中， α 为常数项， ω_{ij} 为空间距离矩阵。

绿色金融与产业结构的地域差异

对原始模型进行回归发现，经济外向

表 4 空间面板计量模型指标选取

	指标名称	衡量方式
被解释变量	产业结构合理化 (ISR)	第三产业产值/第二产业产值
核心解释变量	绿色金融发展水平 (GF)	绿色金融指标体系计算而得
控制变量	地区经济发展X1	地区人均GDP
	经济外向程度X2	实际利用外商直接投资额/地区GDP
	科研能力X3	规模以上工业企业R&D经费/地区GDP
	教育水平X4	普通高等学校在校学生数/地区总人数

程度及教育水平两个控制变量在10%的显著性水平下不显著，予以剔除。

对新模型进行回归，结果显示：一是本地绿色金融发展可显著提高本地产业结构合理化水平，绿色金融水平每提高1个单位，可带动本地产业结构合理化水平提高0.558个单位。二是相邻地区绿色金融的“外溢”效应未得到充分发挥，外地绿色金融水平提高1个单位，反而降低本地产业结构合理化水平0.868个单位，但负向作用不显著。三是本地经济发展水平每提高1个单位，可显著提高本地产业结构合理化水平0.5457个单位。外地经济发展水平每提高1个单位，可提高本地产业结构合理化水平0.4989个单位，但影响不显著。四是本地科研能力每提高1个单位，可显著提高本地产业结构合理化水平26.8027个单位。外地科研能力每提高1个单位，可提高本地产业结构合理化水平7.8537个单位，但影响不显著。将总效应分解为直接效应和间接效应，结果如表5所示。

分析可知，一是在直接效应下，绿

色金融对产业结构合理化的影响系数为0.546，发展绿色金融有利于本地产业结构优化升级。二是在间接效应下，绿色金融、人均GDP对产业结构合理化的影响系数分别为-1.078、1.226，即相邻地区绿色金融的发展对本地产业结构优化存在一定“挤出”效应，但影响不显著。而产业结构合理化程度更多地受相邻地区人均GDP的影响，相邻地区经济发展程度的空间“溢出”效应要高于本地的直接影响效应。三是绿色金融的间接效应主导下，总体效应表现为对产业结构合理化水平不显著的负向作用，影响系数为-0.531。而经济发展水平叠加直接效应、间接效应的正向影响，在总体效应下表现为对产业结构合理化水平显著的正向促进作用，影响系数为1.788。

综上，发挥相邻地区绿色金融发展的空间“溢出”效应，扭转间接效应下的“虹吸”现象，形成绿色金融发展对周边地区产业结构调整良性互动的局面，可作为今后绿色金融工作的重要方向。

表 5 直接效应和间接效应

变量	直接效应 (LR_Direct)	间接效应 (LR_Indirect)	总效应 (LR_Total)
GF	0.5461434** (0.014)	-1.077774 (0.569)	-0.5316304 (0.787)
X1	0.5623936*** (0.000)	1.22594*** (0.000)	1.788334*** (0.000)
X3	26.3886*** (0.000)	6.235684 (0.844)	32.62428 (0.309)

构建多元化绿色金融发展格局

绿色金融与产业结构中度耦合且存在地域影响

从绿色金融指标测算结果看，近几年我国绿色金融总体平稳，2020年受疫情影响有所下降。具体分析，绿色信贷处于平稳状态，金融机构对高耗能企业贷款控制较为稳定。绿色证券指数基本保持不变，高耗能企业仍保有相应的融资能力。绿色投资提升较快，政府对绿色产业财政投入持续加大。绿色保险较易受自然灾害和政策影响，波动幅度最大。

从绿色金融与产业结构优化耦合协调度看，我国绿色金融与产业结构耦合协调度基本保持稳定，上升空间较大。具体而言，31个省市差距逐渐缩小，大都处于中级耦合协调阶段，其中东北、华北、华东地区耦合协调度上升趋势较为明显。

从绿色金融与产业结构优化的空间关系看，31个省市无一孤立，均存在不同程度“外溢”或“挤出”效应。直接效应上，绿色金融能显著促进本地产业结构优化。间接效应及总体效应上，邻省绿色金融对本地产业结构优化表现为不显著的负向作用，空间“外溢”效应未发挥。

协同目标下多元发展绿色金融

加快推进绿色信贷、绿色债券、绿色保险、碳金融等各类绿色金融业务发展。绿色金融体系包含绿色信贷、绿色证券、绿色投资、绿色保险以及碳金融等业务，且各部

分权重相差不大。加快绿色金融发展，不能仅突出绿色信贷，要“多条腿走路”。一是发展绿色资本市场，创新绿色债券品种，突出直接融资优势，引导绿色企业利用金融市场拓宽融资渠道。二是设立绿色引导基金、绿色产业投资基金，充分发挥财政撬动作用，引导更多的社会资本投入绿色产业。三是推广绿色保险业务，完善强制性环境污染责任保险制度，发展绿色建筑险等创新险种。四是发展碳金融，创新碳资产抵押贷款、碳基金、碳债券、碳保险等，配合碳排放权市场发展。

提升绿色金融与产业结构优化之间协同效应。立足本地产业发展需要，制定区域绿色金融发展规划，提升绿色金融与产业结构优化的耦合协调度。一是金融行业要主动关注所在区域经济发展规划，积极配合地方对高碳企业的行业调整，做好绿色金融“加减法”，主动对接重点绿色项目，控制并平稳退出高耗能行业。二是地方在制定优化区域产业结构发展方案时，要充分考虑金融与实体经济的联动作用。设定短期、中期、长期金融资源投向计

直接效应上，绿色金融能显著促进本地产业结构优化。间接效应及总体效应上，邻省绿色金融对本地产业结构优化表现为不显著的负向作用，空间“外溢”效应未发挥。

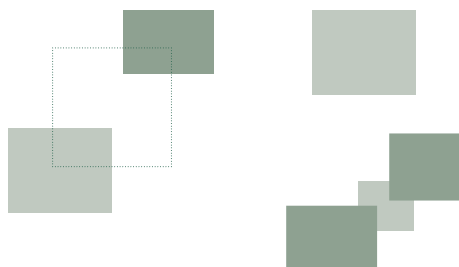
推进绿色金融业务相对发达的地区与周边互利合作，加强省际项目绿色金融发展交流与协作。第三阶段逐步从试点区域内、试点区域间推广至全国，推动绿色金融市场资源共享。

划，搭建银企对接平台，帮助金融机构对接绿色项目，助力推进绿色金融专业服务体系建设。

努力开拓区域合作项目。建议阶段式构建区域绿色金融优势互补、错位发展格局。第一阶段以京津冀、长三角、大湾区等区域为试点，构建功能互补、优势叠加、特色明显的绿色金融集聚生态圈，强化区域内、城市间关联程度，形成试点区

域内绿色金融发展对周边产业结构调整良性互动的局面。第二阶段探索研究跨区域体制创新，提升区域间绿色金融发展空间“溢出”效应。推进绿色金融业务相对发达的地区与周边互利合作，加强省际项目绿色金融发展交流与协作。第三阶段逐步从试点区域内、试点区域间推广至全国，推动绿色金融市场资源共享。^[N]

学术编辑：曾一巳



参考文献：

- [1]董晓红,富勇.绿色金融发展及影响因素时空维度分析[J].统计与决策,2018,34(20):94-98.
- [2]刘莹.山东省绿色金融发展情况综合评价[J].金融发展研究,2019(07):32-39.
- [3]麦均洪,徐枫.基于联合分析的我国绿色金融影响因素研究[J].宏观经济研究,2015(05):23-37.
- [4]邵学峰,方天舒.区域绿色金融与产业结构的耦合协调度分析——基于新制度经济学的视角[J].工业技术经济,2021,40(1):120-127.
- [5]肖雅文.关于我国绿色金融可持续发展的思考[J].经济研究导刊,2020(28):56-57.
- [6]谢婷婷,刘锦华.金融集聚、产业结构升级与绿色经济增长[J].武汉金融,2019(02):51-56.
- [7]曾学文,刘永强,满明俊,沈启浪.中国绿色金融发展程度的测度分析[J].中国延安干部学院学报,2014,7(06):112-121+105.
- [8]COWAN E.Topical issues in environmental finance[J].Eepsea Special & Technical Paper,1998,43(3):415-448.
- [9]OECD. Trends in Environmental Finance in Eastern Europe, Caucasus and Central Asia[R]. 2007.
- [10] Panayotou T. Economic Growth and the Environment[J]. The Environment in Anthropology: A Reader in Ecology, Culture, and Sustainable Living, 2016:140.
- [11]Salazar J. Environmental finance: linking two world[J]. Presented at a Workshop on Financial Innovations For Biodiversity Bratislava, 2017(1):2-18.