

# 绿色金融如何影响能源消费转型?

谢婷婷<sup>1,2</sup>, 黄雨薇<sup>1</sup>

(1. 新疆财经大学 金融学院, 新疆 乌鲁木齐 830012;

2. 新疆财经大学 丝路经济与管理研究院, 新疆 乌鲁木齐 830012)

**[摘要]** 绿色金融是驱动我国能源消费转型的重要支撑力量,是实现“双碳”目标的关键着力点。基于 30 个省份 2011—2019 年的面板数据,文章运用固定及中介效应模型探究绿色金融对能源消费转型的影响和内在机制。研究发现,从全国层面来看,绿色金融不仅显著推动能源消费转型,还促进清洁能源消费,以更清洁的能源替代煤炭的使用;分区域来看,东中部地区相较于西部、东北地区,绿色金融发展程度更高,转型推进效果明显。机制分析表明,产业结构合理化和技术创新在绿色金融驱动能源消费转型过程中起到部分中介作用。研究结论为完善绿色金融顶层设计来契合能源消费转型稳步推进提供了参考。

**[关键词]** 绿色金融;能源消费转型;清洁能源消费;中介效应

**[中图分类号]** F832, F206

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1671-6973(2022)06-0071-13

## 一、引言

“双碳”趋势下,全球正在加速形成现代能源体系新格局。能源消费活动是碳排放的主要来源<sup>[1]</sup>。碳排放量剧增引发了极端恶劣的气候变化,招致环境生态恶化,严重威胁着社会经济可持续发展,全球多国达成共识,签订了《巴黎协定》来应对此危机。我国积极响应并于 2020 年提出“碳达峰、碳中和”目标,通过实施绿色低碳转型来实现碳减排。能源领域的变革转型成为实现双碳目标的主要途径,各国能源主体在传统化石能源及新能源间进行转换替代。我国多项举措并施已在能源生产利用方面取得一定成效。2022 年 3 月,在《“十四五”现代能源体系规划》中又重点强调能源系统现代化推进需以“清洁低碳、安全高效”为核心内涵,推动能源生产消费方式绿色低碳变革,做清洁能源供应力“加法”和产业碳排放链“减法”。

**[收稿日期]** 2022-07-16

**[基金项目]** 国家社科基金项目“新疆民族地区财政与金融协同促进稳定脱贫的困境及优化路径研究”(20BMZ150);新疆维吾尔自治区社会科学界联合会新时代党的治疆方略理论与实践研究课题“新疆推进乡村振兴与城乡融合发展研究”(2022ZJFY48);新疆财经大学校级科研基金项目“新疆区域金融风险防范问题研究”(2022XGC027)。

**[作者简介]** 谢婷婷(1980—),女,湖南耒阳人,新疆财经大学金融学院教授、博士生导师,主要研究方向为绿色金融;黄雨薇(1998—),女,湖北荆州人,新疆财经大学金融学院硕士研究生,研究方向为绿色金融。

长期以来粗放式生产及敞口式消费模式阻碍着我国能源消费转型根本性变革的增速。据《中国能源统计年鉴(2011—2019年)》统计,运用发电煤耗法换算,我国煤炭能源消费占比由2011年的70.2%降至2019年的57.7%,虽有成效,但“一煤独大”的能源消费结构依旧占据主导地位。漫长艰巨的转型之路需要穿透层层阻碍。部分化石能源的过度开采使我国中东部呈浅部资源枯竭、开采逐步向地下深部转移的趋势,造成能源价格、减排成本猛增,以及供需矛盾等问题。而清洁可再生能源替代应用还需要长周期进行诸多技术难题的攻关,新冠疫情的席卷更是加剧了这些连锁反应。为扎实做好“双碳”工作,推进能源等重点领域的改革,2021年《政府工作报告》中强调要发挥好市场配置资源、科技创新降低成本、产业融合支持发展的重要作用。这背后需要大量创新金融工具导向支持与资金的增量投入倾斜到绿色清洁、科技环保行业。绿色金融因其兼具政策指引、市场导向双向驱动特性,正可为能源消费转型升级保驾护航。

在此背景下,本文结合能源消费转型的现状及困境,探讨绿色金融对能源消费转型的影响与作用机制。主要结构安排如下:一是进行文献回顾、理论分析,构建绿色金融、能源消费转型指标体系,从全国及分区域层面上分析绿色金融对能源消费转型的作用,判断绿色金融对清洁及煤炭能源消费的影响程度;二是通过中介效应模型,基于产业结构合理化、技术创新路径进行识别检验,厘清相关作用机制。

本文可能的边际贡献体现在三个方面:一是着眼经济热点问题,从整体、分区域层面探究我国绿色金融影响能源消费转型程度及背后原因,对现有文献研究进行了扩展补充;二是依据能源平衡表分类,运用终端能源消费量衡量能源消费转型更能客观反映真实情况;三是采用中介效应模型进一步揭示产业结构合理化、技术创新是绿色金融促进能源消费转型的重要机制。

## 二、文献回顾与研究假设

### (一)绿色金融与能源消费转型的关系

“双碳”愿景下,能源消费及优化转型是学者近年来较为关注的话题。围绕能源消费,国内外学者研究视角主要集中在内涵指标、影响因素、结构优化等方面。能源消费转型的相关研究相对较少,其内涵指标与能源消费结构联系得较为紧密。能源消费结构表现为一段时期内国民经济各部门每种能源消费量及其占比,或以消费部门分类的能源消费占比来衡量,为能源合理分配,形成供需平衡奠定基础<sup>[2]</sup>。能源消费结构按能源平衡表分为煤炭、石油、天然气、电力及其他能源四类,学者多以终端能源消费总量中煤炭能源消费占比来表示该指标<sup>[3-4]</sup>。能源消费转型的本质是对引起经济社会、地缘政治格局变动的主体能源及能源系统进行转变<sup>[5]</sup>,核心是清洁能源的使用<sup>[6-7]</sup>,一般以终端能源消费总量中清洁能源消费占比来衡量<sup>[8]</sup>。清洁能源包括天然气、电力及其他能源消费<sup>[9]</sup>,对煤炭、石油等化石能源存在明显的替代作用<sup>[10-11]</sup>,其对绿色经济发展的贡献度短期呈波动趋势,长期持平稳上升作用<sup>[12]</sup>。

虽然能源消费需求朝清洁高效方向转变,但在此转型窗口期,技术创新与资金支持仍是“拦路虎”。能源价格上涨、产业结构合理化发展、技术创新、环境规制能减少“高污染、低效率”能源消费,刺激清洁能源需求,进而促使能源消费转型及能源消费结构优化。除规模经济、对外开放、碳排放等作为环境污染重要因素不利于能源消费结构优化外<sup>[13-14]</sup>,清洁能源项目中投融资形成的巨大缺口是阻碍其转型的重要因素<sup>[5,15]</sup>。新能源领域基础建设、技术进步等具有研发投入多、周期长、风险

高等特征,金融体系需要给予稳定的资金支持,以规模性资本存量带动主体化石能源的迭代置换。

绿色金融较传统金融能更有效地将资源配置与特定资金供求相结合,更契合绿色发展的内在需求<sup>[16-18]</sup>,长效推动能源消费转型发展。绿色金融内涵表现为在符合经济规律条件下,将建设生态文明作为导向,以信贷、保险及其他金融衍生工具为手段,通过影响企业行为、技术创新、公众投资、创业投资、纠正市场失灵作用机制来促进节能减排,使经济、环境、资源相协调发展的宏观调控政策<sup>[19]</sup>。围绕“双碳”目标,绿色金融倡导绿色低碳转型、经济高质量可持续发展理念,在市场资源调配视角下,对“低污低耗”绿色项目采用信贷资金定向倾斜、绿色证券直融支持等方式提供“增量资本生产要素”;在产业结构变革视角下,“融资惩罚”及“投资抑制”效应激励企业提高环保创新研发成果的产出,伴随着全要素生产率不断提升,产业结构低碳化转型的同时也进行着动态调整<sup>[20-21]</sup>;在社会责任履行的视角下,企业受“信贷歧视”形成的融资约束程度越高,则越积极主动进行环境信息披露并参与环保创新项目<sup>[22]</sup>。李晓西和夏光依据现代绿色金融服务类型及内涵,以绿色信贷、绿色证券、绿色保险、绿色投资、碳金融五个维度构建评价体系<sup>[23]</sup>,得到多数学者认可及借鉴<sup>[24-25]</sup>。

绿色金融对能源消费转型的影响,学术界尚未达成共识。一是就金融发展与能源消费关系而言,部分学者认为金融效率规模增强会提升碳排放强度<sup>[18,26]</sup>,且经济增速会刺激能源消费需求<sup>[27]</sup>,碳排放会同步增长<sup>[28]</sup>,不论是高、低收入经济体还是非资源经济体,只有跨过一定门槛值才具有清洁能源发展和碳减排的“双重红利”<sup>[29]</sup>;部分学者发现对环保绿色产业的金融支持能有效解决经济增长带来的环境损害、资源过度损耗等问题<sup>[30]</sup>,进一步增加可再生能源份额<sup>[31]</sup>,通过降低生产信贷成本、发挥资源分配功能使能源消费结构优化<sup>[32]</sup>。二是依据前文对能源消费结构和能源消费转型共性差异分析,能源消费结构的调整并不完全等同于能源消费转型,虽然煤炭能源消费在倒逼可再生能源领域技术攻关和开发应用,但是目前尚未成熟成型的发展规模也说明清洁能源无法替换大部分的化石能源消费。三是基于金融功能理论视角,绿色金融发挥着资本集聚、资源分配、信息激励、风险分散的作用<sup>[33]</sup>。一方面,金融机构通过多元创新的金融衍生工具聚拢社会资本,尽职调查符合绿色标准、授信政策的清洁环保、新能源产业项目,增加绿色投资,倾斜分配资源来缓解融资壁垒,支持清洁能源技术攻关与开发应用;另一方面,在此信号作用下,非绿色企业受到激励,生产要素向低碳环保、高效节能方向发展,进而在产业链的供给需求端拉动能源清洁生产、消费、创新。综上所述,本文提出假设 1。

H1:绿色金融促使能源消费转型,增加清洁能源使用,并减少煤炭能源消费。

## (二)绿色金融、产业结构合理化与能源消费转型的关系

不少学者证实了产业结构调整是引起能源消费转型的重要敏感因素。一方面,第二、三产业分别与化石、清洁能源存在带动关系<sup>[34]</sup>,产业结构合理化与高度化发展促进能源消费结构优化<sup>[13]</sup>;另一方面,降低高耗能产业比例会使上下游关联产业产值发生变动,进而影响能源消费需求<sup>[35]</sup>,新能源具备优势。

结合邹璇等<sup>[13]</sup>、刘传哲等<sup>[36]</sup>学者就产业结构对能源消费结构、绿色信贷对能源消费结构机理的分析,本文认为基于金融功能理论,绿色金融促进产业结构合理化发展,通过结构、技术、规模、空间效应影响能源消费转型。一是结构效应,绿色金融加剧“两高一剩”产业投融资壁垒,激励节能环保产业发展,产业结构链向高附加值转变,电力、天然气等清洁能源消耗成为主要需求;二是技术效应,金融机构鼓励企业生产技术进步创新,更换清洁高效产能设备,新能源应用被推广,能源消费向

清洁高效发展;三是规模效应,绿色金融的政策倡导与市场调节使企业、民众更加注重节能减排,新能源产业集群逐步扩大;四是空间效应,绿色发展引起能源消费转型升级间接带动周边地区模仿改善。基于此,本文提出假设2。

H2:产业结构合理化在绿色金融影响能源消费转型过程中具有中介作用。

### (三)绿色金融、技术创新与能源消费转型的关系

绿色金融以其正外部性冲击着污染排放的负外部性,创造了企业对环保技术的创新需求<sup>[37]</sup>。基于马丽梅等对可再生能源创新的逻辑研究<sup>[38]</sup>,本文认为绿色金融促进技术创新,形成规模效应、替代效应,推动能源消费转型。就规模效应而言,清洁能源技术在初期阶段发展尚不成熟,研发的不确定性需要大量资本投入,绿色金融给予了稳定高效率的资金支持。随着创新集聚,清洁能源消费也形成规模。就替代效应而言,若化石能源价格上涨,清洁能源优势及可代替性会增强,需求量增大倒逼企业进行研发,对此本文提出假设3。

H3:技术创新在绿色金融影响能源消费转型过程中具有中介作用。

基于以上分析,绿色金融对能源消费转型影响机制如图1所示。

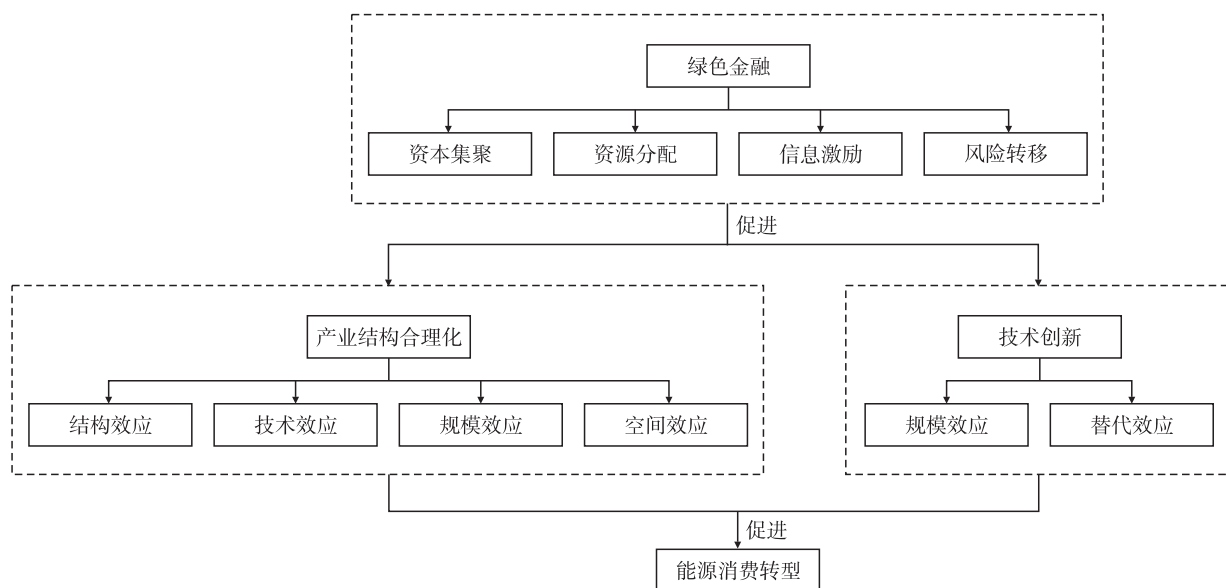


图1 绿色金融对能源消费转型影响机制

## 三、变量选取与模型设定

### (一)计量模型设定

#### 1. 基本模型

为研究地区绿色金融对能源消费转型及结构的影响,参照叶蜀君等的研究<sup>[39]</sup>,构建如下基本计量模型:

$$ECS_{it} = \alpha + \beta_1 GF_{it} + \gamma_1 X_{it} + \mu_i + \epsilon_{it} \quad (1)$$

$$ECT_{it} = \alpha + \beta_2 GF_{it} + \gamma_2 X_{it} + \mu_i + \epsilon_{it} \quad (2)$$

$ECS_{it}$ 、 $ECT_{it}$  分别为能源消费结构和能源消费转型, $GF_{it}$  代表绿色金融综合发展指数, $X_{it}$  为控制变量, $\mu_i$  为地区效应, $\epsilon_{it}$  为随机误差项。

## 2. 中介效应模型

为进一步探究绿色金融对能源消费转型过程中起到的传导作用,本文借鉴温忠麟和叶宝娟的做法<sup>[40]</sup>,在式(2)的基础上,构建中介效应模型如下:

$$stru_{it} = c + \theta_1 GF_{it} + \gamma_3 X_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$ECT = c + \omega_1 GF_{it} + \delta_1 stru + \gamma_4 X_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

$$gtl_{it} = c + \theta_2 GF_{it} + \gamma_5 X_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

$$ECT_{it} = c + \omega_2 GF_{it} + \delta_2 gtl_{it} + \gamma_6 X_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

中介变量  $stru_{it}$  为产业结构合理化,  $gtl_{it}$  为技术创新。

### (二)数据来源与指标

考虑数据可得性、同比性,本文选取 2011—2019 年我国 30 个省市、自治区(去除港澳台、西藏地区)面板数据为样本。数据来源于 CSMAR、wind、RESSET 数据库,以及《中国统计年鉴》《中国能源统计年鉴》《中国工业统计年鉴》《中国经济普查年鉴》。

#### 1. 被解释变量:能源消费转型(ECT)

借鉴 Li 等人的方法<sup>[8]</sup>,以终端能源消费总量中清洁能源消费占比来衡量能源消费转型。该值越高,意味着能源消费转型优化的效果越好。同时参照顾阿伦等<sup>[3]</sup>、王学军等<sup>[4]</sup>学者的研究,以终端能源消费总量中煤炭能源消费占比表示能源消费结构(ECS)作为参照比较。

#### 2. 解释变量:绿色金融(GF)

依据绿色金融服务内涵,本文借鉴李晓西和夏光的研究<sup>[23]</sup>,将绿色金融体系分成五个维度:绿色信贷、绿色证券、绿色保险、绿色投资、碳金融。在高锦杰等<sup>[25]</sup>、周琛影等<sup>[24]</sup>的研究基础上构建如表 1 所示的绿色金融发展水平体系。

表 1 绿色金融发展水平评价体系

解释变量	一级指标	二级指标	含义	正负效应
绿色金融	绿色信贷	六大高耗能工业产业利息支出占比	六大高耗能工业产业利息支出/工业产业利息总支出	—
		六大高耗能行业市值占比	六大高耗能行业市值/A 股总市值	—
	绿色证券	环保企业市值占比	环保企业市值/A 股总市值	+
		农业保险规模占比	农业保险支出/保险总支出	+
	绿色保险	农业保险赔付率	农业保险支出/农业保险收入	+
		节能环保支出占比	节能环保产业财政支出/财政支出总额	+
绿色金融	绿色投资	治理环境污染投资占比	环境污染治理投资/GDP	+
		碳金融	碳强度	—

## 3. 中介变量

本文中介变量为产业结构合理化(stru)和技术创新(gtl)。借鉴于春晖等的研究<sup>[41]</sup>,以泰尔指数衡量产业结构合理化。采用刘大炜等的做法<sup>[42]</sup>,以各地区 R&D 经费支出占生产总值比例衡量技术创新。

## 4. 控制变量

根据前文分析,参考邹璇等<sup>[13]</sup>、东童童等<sup>[14]</sup>学者的研究,本文选取 6 个变量作为控制变量,具体见表 2。

表2 控制变量指标及含义

类别	指标	含 义
控制变量	科技进步水平(tech)	科学技术支出/财政总支出
	能源价格指数(ep)	工业生产者购进指数
	环境规制(rec)	地区环境污染治理投资/地区生产总值
	环境污染(lnpol)	中国碳排放数据库 CEADs 省际碳排放水平
	规模经济(firm)	地区规模以上工业企业数/全国均值
	对外开放水平(open)	外商投资/地区生产总值

### (三)数据处理与描述性统计分析

#### 1. 数据处理

参照辛岭和安晓宁的做法<sup>[43]</sup>,本文运用熵值法对30个省份的绿色金融发展水平进行测度。

##### (1)数据标准化

为使数据可比,消除量纲产生的影响,本文使用极值法对正、负向指标分别进行处理。

$$\text{正向指标: } Y_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{i,\min}}{x_{i,\max} - x_{i,\min}} \quad (7)$$

$$\text{负向指标: } Y_{ij} = \frac{x_{i,\max} - x_{ij}}{x_{i,\max} - x_{i,\min}} \quad (8)$$

$x_{ij}$  为  $i$  省  $j$  指标原始数据,  $x_{i,\min}$ 、 $x_{i,\max}$  为  $j$  指标最小、最大值,  $Y_{ij}$  为处理后标准化值,数值区间为  $[0,1]$ 。因  $Y_{ij}$  含有 0 值,为使数据可比,将无量纲化后数值向右平移一个最小单位值(0.0001)。

##### (2) 确定权重

第一步,计算  $i$  省  $j$  指标比例:

$$P_{ij} = \frac{Y_{ij}}{\sum_{i=1}^m Y_{ij}} \quad (9)$$

$P_{ij}$  为  $i$  省  $j$  指标比例,  $m$  为样本数。

第二步,计算  $j$  指标熵值:

$$E_j = -1/\ln(m) \sum_{i=1}^m P_{ij} \ln(P_{ij}) \quad (10)$$

$E_j$  为  $j$  指标熵值,  $0 \leq E_j \leq 1$ 。

第三步,计算  $j$  指标差异系数。 $H_j$  越小对评价结果影响也越小。

$$H_j = 1 - E_j \quad (11)$$

第四步,确定评价指标权重:

$$W_j = \frac{H_j}{\sum_{j=1}^m H_j} \quad (12)$$

$W_j$  为  $j$  指标权重。

##### (3) 计算综合得分

采用多目标线性加权函数法。第一步,计算  $i$  省  $s$  准则层指标得分:

$$Z_{is} = \sum_{i=1}^m W_j Y_{ij} \quad (13)$$

$Z_{is}$  为  $i$  省  $s$  准则层指标得分,  $k$  为该层指标总个数。

第二步,计算  $i$  省绿色金融发展水平综合得分:

$$G_i = \sum_{s=1}^5 Z_{is} \quad (14)$$

式(7)–(12)计算结果如表3所示,代入式(13)–(14)最终测算出2011–2019年我国30个省份绿色金融发展水平综合指数。

表3 绿色金融发展水平评价指标熵值、差异性系数、权重

一级指标	二级指标	熵值	差异性系数	权重
绿色信贷	六大高耗能工业产业利息支出占比	1.6395	−0.6395	0.1404
	六大高耗能行业市值占比	1.6352	−0.6352	0.1395
绿色证券	环保企业市值占比	1.3817	−0.3817	0.0838
	农业保险规模占比	1.5050	−0.5050	0.1109
绿色保险	农业保险赔付率	1.6114	−0.6114	0.1343
	节能环保支出占比	1.6058	−0.6058	0.1330
绿色投资	治理环境污染投资占比	1.5455	−0.5455	0.1198
	碳强度	1.6298	−0.6298	0.1383

## 2. 描述性统计分析

煤炭能源消费占比平均水平为40.21%,大于清洁能源消费占比,两者极值与平均数比较表明样本中能源消费结构及转型程度存在差异,大部分地区需要采取措施调整富煤能源消费结构,小部分地区转型进展较好。绿色金融综合水平为44.15%,极值比较说明个别地区发展滞后,可能对当地产业结构合理化发展、能源消费转型、技术创新水平提升导向作用弱。

表4 变量描述性统计结果

变量	样本量	平均数	标准差	最小值	最大值
ECS	270	0.4021	0.1487	0.0123	0.6927
ECT	270	0.3734	0.0986	0.1812	0.6309
GF	270	0.4415	0.0549	0.2120	0.6260
stru	270	0.5172	0.2801	0.0160	1.3240
gtl	270	0.0320	0.0169	0.0082	0.0928
tech	270	0.0108	0.0077	0.0018	0.0351
ep	270	100.9907	5.7048	84.3000	117.8000
rec	270	0.0141	0.0089	0.0022	0.0897
lnpol	270	5.6469	0.7737	3.7854	7.4384
firm	270	1.0000	1.0637	0.0267	4.4002
open	270	0.0196	0.0153	0.0001	0.0796

## 四、实证结果与分析

### (一)基准回归分析

根据Hausman检验,本文采用固定效应模型。从全国样本回归结果来看,在1%的水平下,绿色金融发展对能源消费转型有显著影响。绿色金融发展水平每提升1%,煤炭能源消费占比降低

0.293%,清洁能源消费占比提升0.287%。这说明通过差别化融资支持、节能减排理念倡导、资源配置调控等宏观政策引导推进,使能源消费趋势由煤炭等高能耗、高污染能源向天然气、电力等清洁可替代能源转型,验证了假设1。

控制变量中,一是科技进步水平每提升1%,煤炭消费降低8.621%,清洁能源消费提升5.405%。科技进步改变能源消费需求,推动清洁环保技术开发应用。二是控制环境污染排放能显著提升清洁能源的使用。绿色金融提高对污染企业融资约束力度,给予环保行业资金支持,促使企业自身开始注重清洁环保能源、技术的使用,实施节能减排。三是从系数上看,规模经济、对外开放水平与煤炭能源使用呈正相关,其每提升1%,煤炭使用分别增加0.043%、1.434%。可能的原因是,地区规模以上工业企业集聚,吸引外商投资集中,导致火电、钢材等重工业对煤炭资源需求增大,又因传统能源价格低廉的优势,促使煤炭消费量激增,清洁能源消费处于劣势。

表5 基准回归结果

变量	ECS	ECT
GF	-0.293*** (0.081)	0.287*** (0.076)
tech	-8.621*** (1.294)	5.405*** (1.217)
ep	-0.000 (0.001)	0.001 (0.000)
rec	0.416 (0.465)	-0.614 (0.437)
lnpol	0.010 (0.028)	0.069*** (0.026)
firm	0.043* (0.025)	-0.043* (0.024)
open	1.434*** (0.397)	-1.125*** (0.374)
Constant	0.528*** (0.180)	-0.192 (0.169)
Hausman	12.76*	24.53***
Observations	270	270
R-squared	0.286	0.237

注: \*、\* \*、\* \* \* 分别代表在 10%、5%、1% 的水平下显著,括号内为 t 值,下同

## (二)中介效应分析

前文验证绿色金融能正向促进能源消费转型,提升清洁能源使用,同时降低煤炭能源消费。为检验其作用渠道,故采用中介效应模型对假设2、3进行检验,报告结果如表6所示。依据温忠麟、叶宝娟的研究<sup>[40]</sup>,按完全中介、部分中介判断步骤可知:方程(3)、(5)中绿色金融对产业结构合理化、技术创新两变量系数分别在1%、5%的水平下显著,方程(4)、(6)中产业结构合理化、技术创新对能源消费转型系数都在1%的水平下显著,说明间接效应显著,且绿色金融对能源消费转型系数又均在1%的水平下显著, $\theta_1\delta_1$ 和 $\omega_1$ 、 $\theta_2\delta_2$ 和 $\omega_2$ 同号,即产业结构合理化、技术创新为部分中介。进一步进行Sobel检验,两者间接效应占总效应比例分别为39.596%、24.711%,验证了本文假设2、3,结论稳健。



相较于生产效率及收入弹性低的企业,资本往往倾向“双高”行业。“双碳”愿景下,在新发展理念贯彻及绿色金融政策实施过程中,得到政策资金扶持的绿色产业势头正好,逐渐形成规模效应;而“两高一剩”等污染行业因资源、资金受到限制,生产收入受到影响,为了吸引社会资本,不得不从现有生产技术领域逐渐向环保低碳节能方向靠拢,促使产业间整合并向合理化发展。生产要素间配置流动催生对清洁高效能源消费的需要,最终形成“绿色金融—产业结构合理化—能源消费转型”路径。

传统能源消费结构普遍存在“高污染低能效”特点,能源技术革命是转型的关键驱动力,环保低碳、清洁高效能源的开发使用是需要攻克的难题。而环保行业对于绿色产品、服务及技术的开发是一个长期且具有不确定性的过程,仅靠企业自身资本难以满足生产需要,绿色金融通过“储蓄—投资”方式为绿色产业提供持续庞大的资金支持,舒缓其融资瓶颈,促进企业技术创新,这不仅使旧工业“高耗能、高污染”进行技术改造,还支持新能源基地、机组制造升级。在交通、建筑等生活领域的建设中,低碳技术攻关、绿色开采消费和新能源应用正引领现代能源消费体系逐步发展。

表 6 中介效应检验结果

变量	产业结构合理化		技术创新	
	stru	ECT	gtl	ECT
stru		-0.196*** (0.036)		
gtl				2.586*** (0.520)
GF	-0.414*** (0.132)	0.205*** (0.073)	0.022** (0.009)	0.230*** (0.073)
tech	-8.121*** (2.114)	3.811*** (1.182)	1.086*** (0.146)	2.596** (1.289)
ep	0.000 (0.001)	0.001 (0.000)	-0.000*** (0.000)	0.001** (0.000)
rec	0.301 (0.759)	-0.555 (0.412)	-0.092* (0.053)	-0.377 (0.419)
lnpol	-0.146*** (0.046)	0.040 (0.025)	0.001 (0.003)	0.066*** (0.025)
firm	-0.066 (0.041)	-0.056** (0.022)	-0.001 (0.003)	-0.040* (0.022)
open	1.680** (0.649)	-0.795** (0.357)	0.066 (0.045)	-1.295*** (0.358)
Constant	1.598*** (0.293)	0.122 (0.169)	0.020 (0.020)	-0.243 (0.161)
Sobel	39.596%		24.711%	
Observations	270	270	270	270
R-squared	0.223	0.326	0.293	0.311

### (三)地区异质性分析

受经济产业结构、政策推进成效等因素影响,地区间绿色金融对能源消费转型程度存在差异。参照国家统计局公布的地区划分标准,将我国经济区域划分成东部、中部、西部和东北四个地区。<sup>①</sup>

<sup>①</sup> 东部:北京、天津、河北、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东和海南;中部:山西、安徽、江西、河南、湖北和湖南;西部:内蒙古、广西、重庆、四川、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏和新疆;东北:辽宁、吉林和黑龙江。

从分样本回归结果来看,东、中部地区是重要金融中心核心集聚区,其绿色金融每提升1%的水平,煤炭消费分别降低0.453%、0.618%,清洁能源消费分别提高0.412%、0.349%,政策制度落实成效显著,改革试验区覆盖广,能源消费转型作用明显。西部地区除陕川重外普遍为经济欠发达地区,产业发展落后,绿色金融系数分别为-0.134、0.186,产生的长效机制弱,能源消费转型进程缓慢。东北地区具有丰富的铬、煤炭、石油等矿产能源优势,是重工业集群的核心基地,绿色金融发展能效相对薄弱,虽然其绿色金融每提高1%的水平将降低煤炭消费0.51%,但是对清洁能源使用不显著,这也进一步说明能源消费结构调整并不意味着能源消费转型,未来发展之路依旧任重而道远。

表7 地区异质性回归结果

变量	东部地区		中部地区	
	ECS	ECT	ECS	ECT
GF	-0.453*** (0.115)	0.412*** (0.146)	-0.618*** (0.203)	0.349** (0.137)
Constant	0.648* (0.387)	-0.496 (0.490)	0.565* (0.295)	0.138 (0.200)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes
地区	Yes	Yes	Yes	Yes
Hausman	16.00**	25.96***	25.26***	32.25***
Observations	90	90	54	54
R-squared	0.395	0.282	0.682	0.689

变量	西部地区		东北地区	
	ECS	ECT	ECS	ECT
GF	-0.134 (0.120)	0.186* (0.108)	0.510*** (0.161)	-0.019 (0.169)
Constant	0.809*** (0.244)	-0.577** (0.219)	-2.082*** (0.542)	2.428*** (0.570)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes
地区	Yes	Yes	Yes	Yes
Hausman	13.90*	20.13***	13.64***	9.35***
Observations	99	99	27	27
R-squared	0.496	0.430	0.765	0.688

#### (四)稳健性检验

能源消费转型及结构的调整需要经过一定时间周期,且上一年度变化会对当期产生影响。考虑到内生性问题,本文参照高锦杰和张伟伟的做法<sup>[25]</sup>,引入滞后一期能源消费结构及转型指标到动态面板回归模型中:

$$ECS_{it} = c + \alpha ECS_{it-1} + \beta_1 GF_{it} + \gamma_7 X_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (15)$$

$$ECT_{it} = c + \alpha ECT_{it-1} + \beta_2 GF_{it} + \gamma_8 X_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (16)$$

其中, $ECS_{it-1}$ 、 $ECT_{it-1}$  分别为滞后一期能源消费结构及能源消费转型。从系统 GMM 回归结果来看,滞后一期能源消费结构及转型对当期具有显著影响,说明能源消费结构调整与转型存在时滞效应。绿色金融在5%的水平下每提升1%,煤炭消费将降低0.797%,清洁能源消费将提高0.726%,说明其对能源消费结构优化和转型起到正向促进作用,且AR(1)小于0.1,AR(2)大于0.1,Hansen 检验大于0.1,支持假设1,结论稳健。

表 8 系统 GMM 回归结果

变量	ECS	ECT
L. ecs	0.700** (0.293)	
L. ect		0.365* (0.218)
GF	-0.797** (0.310)	0.726** (0.314)
Constant	0.192 (0.256)	0.132 (0.295)
控制变量	Yes	Yes
地区	Yes	Yes
AR(1)	0.015	0.061
AR(2)	0.534	0.146
Hansen	0.326	0.427
Observations	240	240

## 五、研究结论与政策建议

本文基于 30 个省份 2011—2019 年的面板数据,利用熵值法测算出省级区域绿色金融发展水平综合指数,并使用固定效应、中介效应模型进行实证研究,结果表明:第一,绿色金融对能源消费转型有明显的驱动作用。其强政策导向、资源配置特性长期靶向性地缓解环保、科技行业融资约束,推动清洁能源技术产品的应用研发,同时差异化信贷政策倒逼污染行业缩减化石能源消费,向清洁领域靠拢转型。第二,区域间绿色金融落地推进效果差异使能源消费转型程度良莠不齐,能源消费结构的调整不意味着能源消费转型。东、中部地区是金融与技术集聚区,绿色金融带动产业创新形成的规模效应促进清洁能源消费;西部、东北地区因为经济发展落后、重工业集聚、外商投资等原因较难脱离对化石能源的依赖,煤炭能源消费比例虽有降低,但清洁能源替代效应薄弱,整体转型效果滞缓。第三,产业结构合理化发展和技术创新是绿色金融促进能源消费转型的重要路径。绿色金融约束“两高一剩”产业生存,“节能减排”的信号传递使产业对清洁能源需求增大,并且对企业研发清洁能源技术予以资金支持与风险补偿,创新集聚形成的规模效应加速了清洁能源替代。本文对进一步提高绿色金融服务能源消费转型的效率有一定启示意义,基于以上研究结论,提出以下政策建议。

一是持续加强绿色金融顶层设计。首先是制定绿色金融统一标准,健全制度体系,保障融资支持真正绿色化。尤其是在西部、东北转型滞后地区,政府与监管部门、发改委等部门要合力推进能源低碳转型,缩减煤炭化石能源消费,推广可再生能源技术研发应用。其次,继续深化激励扶持机制,对绿色产业完善、落实财政补贴优惠政策,对开发应用新能源企业给予能源补贴,而对污染排放高的企业则拨高排污税,同时对绿色产业及投资方予以双向税收减免优惠政策,以调动市场参与的积极性。最后要创新金融工具种类,对接好重点绿色建设、节能环保项目,使绿色信贷、债券等金融工具更好地满足“双碳”愿景下不同层级主体间的社会融资需求。

二是着力推进产业结构合理化发展。一方面,把握好能源消费转型的重要窗口期,强化新兴环保能源产业投资力度。各地控制高低耗能产业比例,进而整合相关上下游产业链,以清洁环保能源供求增长带动新产业结构形成,驱动能源消费转型。另一方面,与相邻地区构建新型产业园区,进

行试点改革,交流探索更长效合理的政策措施。

三是重视绿色金融与技术创新的协同作用。政府及金融机构可以就新能源、节能降碳等领域投资建设研发机构,同时鼓励民间、外商投资新型能源、科技环保企业,推进低碳、零碳技术攻关,支持风、电等清洁能源研发应用。

## [参 考 文 献]

- [1] 徐国泉,刘则渊,姜照华.中国碳排放的因素分解模型及实证分析:1995—2004[J].中国人口·资源与环境,2006(06):158—161.
- [2] 何盛明.财经大辞典[M].北京:中国财政经济出版社,1990.
- [3] 顾阿伦,吕志强.经济结构变动对中国碳排放影响——基于IO—SDA方法的分析[J].中国人口·资源与环境,2016,26(03):37—45.
- [4] 王学军,王赛.节能减排:优化双重结构与提高能源效率——兼析“十四五”期间产业结构、能源消费结构与能源效率关系[J].价格理论与实践,2021,(02):140—144.
- [5] 赵新宇,李宁男.能源投资与经济增长:基于能源转型视角[J].广西社会科学,2021(02):112—120.
- [6] 钱萍,马彩虹,袁倩颖.中国能源消费碳排放动态变化及EKC实证检验分析[J].湖南师范大学自然科学学报,2020,43(04):17—25.
- [7] 寇静娜,孙凤君.科技创新对我国能源转型的促进性与前景分析[J].科技管理研究,2020,40(16):244—250.
- [8] Li Z, Ding Y, Han D. Energy consumption transformation, cleaner production, and regional carbon productivity in China: Evidence based on a panel threshold model[J]. IEEE ACCESS, 2021,9(9):16254—16265.
- [9] 万媛媛,毕惠敏,郑重.广东省绿色发展能否优化能源消费结构[J].生态经济,2021,37(03):80—87.
- [10] 李治国,杜秀娥.“金砖国家”清洁能源利用及能源消费结构的实证分析[J].亚太经济,2012(03):7—12.
- [11] 曲卫华,颜志军.能源消费对环境与公共健康的影响——基于山西省的实证分析[J].北京理工大学学报(社会科学版),2014,16(04):33—41.
- [12] 万媛媛.绿色经济发展、清洁能源消耗与二氧化碳排放[J].生态经济,2022,38(05):40—46.
- [13] 邹璇,王盼.产业结构调整与能源消费结构优化[J].软科学,2019,33(05):11—16.
- [14] 东童童,邓世成.能源消费结构多样化与区域性雾霾污染——来自长江经济带的经验研究[J].消费经济,2019,35(05):64—76.
- [15] 田辉.金融支持清洁能源发展借鉴[J].中国金融,2018(03):89—90.
- [16] 熊学萍.传统金融向绿色金融转变的若干思考[J].生态经济,2004(11):60—62.
- [17] 龚斯闻,赵国栋,马晓莹.绿色金融的发展逻辑与演进路径——基于要素解构的视角[J].经济问题探索,2019(10):184—190.
- [18] 陈向阳.金融结构、技术创新与碳排放:兼论绿色金融体系发展[J].广东社会科学,2020(04):41—50.
- [19] 安伟.绿色金融的内涵、机理和实践初探[J].经济经纬,2008(05):156—158.
- [20] 丁攀,金为华,陈楠.绿色金融发展、产业结构升级与经济可持续增长[J].南方金融,2021(02):13—24.
- [21] 郭希宇.绿色金融助推低碳经济转型的影响机制与实证检验[J].南方金融,2022(01):52—67.
- [22] 沈璐,廖显春.绿色金融改革创新与企业履行社会责任——来自绿色金融改革创新试验区的证据[J].金融论坛,2020,25(10):69—80.
- [23] 李晓西,夏光.中国绿色金融报告2014[M].北京:中国金融出版社,2014.
- [24] 周琛影,田发,周腾.绿色金融对经济高质量发展的影响效应研究[J].重庆大学学报(社会科学版),2021,<https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1023.C.20210513.1530.002.html>.
- [25] 高锦杰,张伟伟.绿色金融对我国产业结构生态化的影响研究——基于系统GMM模型的实证检验[J].经济纵横,2021(02):105—115.
- [26] 陈碧琼,张梁梁.动态空间视角下金融发展对碳排放的影响力分析[J].软科学,2014,28(07):140—144.
- [27] 李国璋,霍宗杰.中国能源消费、能源消费结构与经济增长——基于ARDL模型的实证研究[J].当代经济

- 科学, 2010, 32(03): 55—60.
- [28] 原媛, 孙欣彤. 城市化、产业结构、能源消费、经济增长与碳排放的关联性分析——基于中国省际收入水平异质性的实证研究[J]. 气候变化研究进展, 2020, 16(06): 738—747.
- [29] 朱欢, 郑洁, 赵秋运, 等. 经济增长、能源结构转型与二氧化碳排放——基于面板数据的经验分析[J]. 经济与管理研究, 2020, 41(11): 19—34.
- [30] 文书洋, 林则夫, 刘锡良. 绿色金融与经济增长质量: 带有资源环境约束的一般均衡模型构建与实证检验[J]. 中国管理科学, 2022, 30(03): 55—65.
- [31] Anton S G, Nucu A E A. The effect of financial development on renewable energy consumption: A panel data approach[J]. Renew Energy, 2020, 147: 330—338.
- [32] 冯梦骐, 邢珺. 金融发展对能源消费影响的研究——基于对能源消费结构变化指数的构建与分析[J]. 价格理论与实践, 2018(11): 107—110.
- [33] 刘传江, 张劲辉. 源头活水: 绿色金融之于经济发展——基于金融理论视角的解构[J]. 西北师大学报(社会科学版), 2022(03): 134—144.
- [34] 周庆元, 陈海龙. 我国能源消费与产业结构的互动关系分析[J]. 统计与决策, 2018, 34(20): 99—102.
- [35] 赵静敏, 李惠娟, 李煜华, 等. 我国产业结构调整与能源消费关系实证研究[J]. 商业经济研究, 2015(04): 117—119.
- [36] 刘传哲, 任懿. 绿色信贷对能源消费结构低碳化的影响研究[J]. 武汉金融, 2019(11): 66—70.
- [37] 于波. 绿色信贷政策如何影响重污染企业技术创新? [J]. 经济管理, 2021, 43(11): 35—51.
- [38] 马丽梅, 王俊杰. 能源转型与可再生能源创新——基于跨国数据的实证研究[J]. 浙江社会科学, 2021(04): 21—30.
- [39] 叶蜀君, 王淑娟, 解方圆. 金融结构对产业转型升级影响的实证分析[J]. 统计与决策, 2018, 34(04): 128—131.
- [40] 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(05): 731—745.
- [41] 于春晖, 郑若谷, 余典范. 中国产业结构变迁对经济增长和波动的影响[J]. 经济研究, 2011, 46(05): 4—16.
- [42] 刘大炜, 李先东, 夏咏. 绿色金融对生态福利绩效的影响效应研究[J]. 金融与经济, 2021(09): 42—50.
- [43] 辛岭, 安晓宁. 我国农业高质量发展评价体系构建与测度分析[J]. 经济纵横, 2019(05): 109—118.

(责任编辑: 蒋 萍)

## How Does Green Finance Affect Energy Consumption Transition?

XIE Ting-ting<sup>1,2</sup>, HUANG Yu-wei<sup>1</sup>

(1. School of Finance, Xinjiang University of Finance & Economics, Urumqi, Xinjiang 830012;

2. Silk Road Institute of Economics and Management, Xinjiang University of Finance & Economics, Urumqi, Xinjiang 830012)

**Abstract:** Green finance is an important support force to drive China's energy consumption transformation, and a key point to achieve the goal of "double carbon" policy. Based on the panel data of 30 provinces from 2011 to 2019, the paper uses fixed and intermediary effects models to explore the impact and internal mechanism of green finance on energy consumption transition. It is found that at the national level, green finance not only significantly promotes energy consumption transformation and clean energy consumption, but also promotes clean energy consumption and replaces the use of coal with cleaner energy sources. In terms of regions, compared with western and northeastern regions, the development of green finance is greater in eastern and central regions, and the transformation promotion effect is obvious. The mechanism analysis shows that the rationalization of industrial structure and technological innovation partially play an intermediary role in the process of green finance's transformation of energy consumption structure. The conclusion of the the research provides reference for the improvement of the top-level design of green finance to fit the steady progress of energy consumption transformation.

**Key words:** green finance; transformation of energy consumption; clean energy consumption; mediating effect