

绿色金融对制造业碳排放的影响研究

曹楠楠¹ 郝阿娇¹ 智文静²

(1.河北地质大学 河北石家庄 050031; 2.石家庄邮电职业技术学院 河北石家庄 050031)

摘要: 本文基于2010—2021年中国30个省份(不包括港澳台、西藏地区)的面板数据,利用双向固定效应模型,探讨绿色金融对制造业碳排放的影响。结果显示:绿色金融能够显著降低制造业碳排放;绿色金融可通过推动能源结构和产业结构升级,进而降低制造业碳排放;绿色金融对制造业碳排放的抑制作用在东部地区更为显著。据此,本文提出大力发展绿色金融、优化能源结构和产业结构、实施差异化绿色金融政策等针对性建议。

关键词: 绿色金融; 制造业碳排放; 双向固定效应模型; 中介效应模型; 异质性分析

中图分类号: F832.0; F426.4

文献标识码: A

1 引言及文献综述

制造业是我国国民经济发展的支柱,其耗能大、碳排放规模大。制造业低碳转型是“双碳”目标实现的重要部分。近二十年来,我国制造业发展迅速,在发展过程中总体呈现出高投入、高污染、高耗能的模式,一定程度上透支了发展质量和效益。据中国碳核算(CEADs)数据库显示,2010年中国制造业碳排放总量为256703.76万吨,到2021年增加到326136.12万吨,11年来增加到1.3倍。制造业发展过程中不断增长的碳排放量,给生态环境带来了巨大的危害。制造业企业要实现绿色低碳的生产方式,必须依靠长期、大量的投资支持。绿色金融是指为支持环境改善、应对气候变化和资源节约高效利用等经济活动而提供的金融服务体系,其发展有助于节能减排,减少对环境的负面影响。为此,研究绿色金融对制造业碳排放的影响及具体作用机制,并据此提出相关的政策建议对于减少制造业碳排放和推动绿色金融发展具有重要意义。

随着中国“双碳”目标的提出,学者们围绕如何通过金融手段促进产业低碳转型做了大量研究。通过对现有相关文献的系统梳理发现,研究重点主要集中于制造业碳排放的影响因素和绿色金融赋能碳减排的机理与效应两个维度。相关成果为本文研究提供了研究基础。

首先,制造业碳排放的影响因素方面。学者们分析了制造业碳减排的驱动因素及其行业、地理特征与差异等。研究发

现:投资规模是导致制造业碳排放增加的首要因素,而投资碳强度和产出碳强度则是引致碳排放减少的关键因素^[1];技术进步会显著促进制造业碳减排^[2];行业结构和能源强度是影响制造业子行业碳排放差异的主要因素^[3];制造业服务化通过促进产业结构升级可显著促进碳减排^[4];技术交易与制造业集聚的交互项有利于碳排放量减少,并呈现由西至东逐渐显著的趋势^[5]。其次,绿色金融赋能碳减排的机理与效应方面。“双碳”目标提出后,绿色金融助力降碳的研究成果逐渐丰富。研究结论显示:绿色金融通过绿色信贷、债券等注资绿色环保领域,为“降碳”提供直接动力^[6],还能通过促进产业升级和绿色技术创新等途径间接影响碳减排^[7],现阶段直接效应仍优于间接效应;除此之外,绿色金融的碳减排效应还具有区域、产业差异^[8]。

现有研究对制造业碳排放的影响因素和绿色金融赋能碳减排已经取得了较丰硕的成果,但聚焦绿色金融对制造业碳排放的影响的研究成果却相对鲜见。本文通过构建双向固定效应模型实证分析绿色金融对制造业碳排放的影响,有助于完善金融赋能碳减排方向的研究框架,为探索制造业碳减排路径提供理论支撑和实证参考。

2 影响机理与研究假设

2.1 绿色金融与制造业碳排放

首先,绿色金融的可持续发展需要政府的引导与支持^[9]。

基金项目: 河北省社科基金项目“数字普惠金融赋能河北省制造业高质量发展的效率提升路径研究”(HB23YJ016)。

作者简介: 曹楠楠(1981—),女,汉族,辽宁营口人,教授,硕士研究生导师,研究方向:产业金融、区域金融;

郝阿娇(1999—),女,汉族,河北保定人,硕士研究生,研究方向:产业金融、能源金融;

智文静(1974—),女,汉族,山西太原人,副教授,研究方向:应用翻译。

政府通过设定明确的政策导向和优惠措施,向市场传递出强烈的绿色转型信号,引导金融机构加大对环保型制造业企业的融资力度;同时也会给高污染、高排放制造业企业带来环保压力,迫使其不得不重视碳排放问题,寻求降低碳排放的解决方案。其次,绿色金融强调环境保护和可持续发展,在对制造业企业提供资金支持时,会综合考虑企业的环保成果和社会责任的履行情况,激励制造业企业提高自身的环保意识和社会责任履行能力,从而在实际生产中积极采用环保材料和清洁能源,减少碳排放。基于此,本文提出如下假设:

假设H1:绿色金融对制造业碳排放具有显著的抑制作用。

2.2 能源结构优化和产业结构优化对制造业碳排放产生抑制作用

现阶段,煤炭在我国能源消费结构中仍占主体地位,而且短时间内这一状况难以改变。绿色金融加大对制造业企业绿色技术创新的资金支持力度,确保企业研发出更高效的洁净煤技术和更多的环保设备;同时提高制造业高污染企业的融资难度和融资成本,倒逼其调整能源结构,降低传统高污染能源的使用,推动能源结构由传统以煤炭为主向多元化转变。能源结构的优化促使制造业企业逐步适应绿色金融发展趋势,有利于降低碳排放。政府通过绿色金融政策鼓励企业采用绿色技术和环保型生产方式的同时,也推动了产业结构的优化。随着产业结构的优化,第三产业中的高新技术产业和服务业逐渐成为经济增长的新动力。这些产业通常具有较高的技术含量和创新能力,能够推动制造业的技术进步和转型升级,从而降低制造业碳排放。基于此,本文提出如下假设:

假设H2:绿色金融通过能源结构优化和产业结构优化对制造业碳排放产生抑制作用。

2.3 绿色金融与制造业碳排放的区域发展特征

我国幅员辽阔,各地区经济水平、产业结构和资源禀赋存在显著差异。在绿色金融领域的创新与实践方面,东部地区走在前列,从绿色信贷、绿色债券到绿色保险等,为制造业企业的低碳转型提供了多元化的资金支持渠道。中部地区制造业以钢铁、煤炭等传统高耗能产业为主导,碳排放量较大,而且绿色金融产品的种类较为单一,服务覆盖范围有限,难以满足区域内制造业企业在低碳转型过程中的资金需求。西部地区金融资源有限,绿色金融市场的发展水平较低,尽管有西部大开发等一系列发展战略支持,制造业的发展水平仍然较低,产业结构以资源型产业为主,低碳转型的基础和能力都较为薄弱。基于此,本文提出如下假设:

假设H3:绿色金融对制造业碳排放的影响存在地理区位异质性。

3 数据说明与模型设定

3.1 变量选取

被解释变量:制造业碳排放量(CO₂)。各省市制造业碳排放总量数据由中国碳核算(CEADs)数据库^[10-14]按IPCC部门核算法编制而成。

解释变量:绿色金融(Gf)。参考相关文献的研究方法,从绿色信贷、绿色证券、绿色保险、绿色投资、碳金融五个维度构建指标体系,采用熵值法确定权重,综合评价绿色金融发展水平。

控制变量:根据已有研究,在考虑数据可得性的基础上,选取信息化水平(Inf)、外商直接投资(Inv)、社会消费水平(Con)、人力资本水平(Cap)为控制变量。信息化水平用电信业务收入占地区生产总值的比重衡量;外商投资力度用外商直接投资额与地区生产总值之比表示;社会消费水平用社会消费品零售总额与地区生产总值的比值表征;人力资本水平用高等学校在校学生人数占总人口的比重衡量。

中介变量:能源结构(Ene)和产业结构(Str)。能源结构采用煤炭消耗量占能源消耗总量的比重来衡量;产业结构采用第三产业产值与第二产业产值之比表示。

3.2 数据来源与处理

基于数据的可得性与可靠性,本文选取2010—2021年全国30个省、自治区、直辖市(港澳台、西藏地区除外)的面板数据作为研究样本。数据来源于《中国统计年鉴》《中国能源统计年鉴》《中国工业统计年鉴》和中国碳核算数(CEADs)数据库等。对于缺失数据运用线性插值法进行了补充。为了减少数据波动和消除异方差问题,本文对制造业碳排放量进行自然对数化处理,其余比率类变量未作处理。

3.3 模型设定

本文选取双向固定效应模型检验绿色金融发展水平对制造业碳排放的影响。具体模型如下,

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 Gf_{it} + \sum \beta_x Controls_{it} + u_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中, Y_{it} 为*i*省*t*年的制造业碳排放; Gf_{it} 为*i*省*t*年的绿色金融发展指数; $Control_{it}$ 代表*i*省*t*年的各控制变量; u_i 和 v_t 是不可观测的省份和年份效应, ε_{it} 为随机扰动项。

为进一步检验绿色金融对制造业碳排放的影响路径,本文参考江艇(2022)^[15]的做法,在基准回归的基础上构建中介效应模型。具体模型如下:

$$W_{it} = \beta_0 + \beta_1 Gf_{it} + \sum \beta_x Controls_{it} + u_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其中, W_{it} 表示*i*省*t*年的机制变量,包括能源结构和产业结构, β_1 为绿色金融对机制变量的边际估计系数。

4 实证结果分析

4.1 基准回归结果分析

绿色金融对制造业碳排放的基准回归结果如表1所示。列(1)~(4)分别为逐渐加入控制变量和固定效应的回归结果。由列(4)可知,核心解释变量绿色金融对制造业碳排放的回归系数在5%的水平上显著为负,具体表现为绿色金融每提高一个单位,制造业碳排放会减少0.524个单位。该结果说明绿色金融显著抑制了制造业碳排放,即绿色金融具有显著的制造业碳减排效应,假设H1得到验证。

表1 基准回归结果

	lnCO ₂			
	(1)	(2)	(3)	(4)
	Gf	-4.584***	-4.784***	-0.549**
		(-5.19)	(-5.74)	(-2.34)
				(-2.02)

注: **、*、* 分别表示在 1%、5% 和 10% 的水平上显著; 括号内为稳健标准误。下表同。

4.2 稳健性检验

首先,为了排除遗漏变量偏误的干扰,增加财政支持(Fs)和交通基础设施(Ti)两个控制变量。由表1列(1)可知,绿色金融对制造业碳排放的回归系数在1%的水平上显著为负,说明绿色金融对制造业碳排放的抑制作用不受未观测值的干扰因素的干扰。其次,为避免极端值影响数据分布,对所有变量进行了缩尾处理,结果如表2列(2)所示。绿色金融对制造业碳排放的估计系数为-0.476,且在10%的水平上显著,说明绿色金融对制造业碳排放的抑制作用并未因为异常值而受到较大影响,进一步验证了假设H1。最后,相比制造业碳排放总量,人均碳排放量通过将总量指标转化为相对强度指标,能更精准地反映制造业碳排放的效率特征与技术水平。因此,以制造业人均碳排放替代制造业碳排放总量,重新对模型进行估计,由表2列(3)可知,绿色金融对制造业碳排放仍然在5%的水平上显著为负,即绿色金融仍然能够降低制造业碳排放,再次验证了假设H1。

表2 稳健性检验结果

	lnCO ₂		
	(1)	(2)	(3)
	Gf	-0.473*	-0.476*
		(-1.80)	(-1.81)
			(-2.02)

4.3 中介效应检验

参考江艇^[15]等研究中的中介效应两步法,进一步从能源结构和产业结构两个方面分析绿色金融对制造业碳排放产生影响的内在机制,结果如表3所示。列(1)和列(2)是能源

结构的中介效应检验结果。无论是否加入控制变量,绿色金融对能源结构的回归系数均为负数且在1%的水平上显著,说明绿色金融能够促进能源结构的优化。有研究指出,制造业合理的用能需求应当得到保障,要如期实现“碳达峰”目标,具体的出路在于优化能源结构,发展绿色制造^[16]。列(3)和列(4)是产业结构的中介效应检验结果。无论是否加入控制变量,绿色金融对产业结构的回归系数都在5%的水平上显著为正。也就是说,随着绿色金融的发展,产业结构更趋向于向第三产业倾斜。有研究指出,制造业的碳排放应采取结构优化措施限制其惯性发展,绿色金融通过推动产业结构优化促进制造业实现碳减排^[17]。假设H2得到验证。

表3 中介效应检验回归结果

	Ene		Str	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	Gf	-0.0123***	-0.0117***	0.964**
		(-3.89)	(-3.46)	(2.52)
				(2.59)

4.4 异质性分析

将我国30个省市(港澳台、西藏地区除外)按经济发展水平划分成东部、中部和西部地区进行地理区位的异质性分析,结果如表4所示。

绿色金融对东部地区制造业碳排放的影响在1%的水平上显著为负,对中部地区制造业碳排放的影响在5%的水平上显著为负,而对西部地区制造业碳排放的影响在1%的水平上显著为正。究其原因,东部地区经济发达,金融资源相对集中,并且东部地区的制造业结构相对更加优化,高端制造业和服务型制造业占比较高;中部地区的政策环境相对于东部地区滞后,对于绿色金融和低碳发展的政策支持力度不够充分,而且制造业结构相对较为传统,高耗能、高排放的产业占比较大;西部地区的一些制造业企业可能尚未达到先进的能效水平,即使绿色金融提供了资金支持,如果未能有效推动这些企业进行技术改造和能效提升,那么碳排放量仍然可能持续上升。假设H3得到验证。

表4 地理区位异质性回归结果

	lnCO ₂		
	东部	中部	西部
Gf	-2.019***	-1.828**	0.677***
	(-4.87)	(-2.35)	(3.34)

5 结语

本文依托2010—2021年我国30个省份(港澳台、西藏地区除外)的面板数据,分析绿色金融对制造业碳排放的影响。研究结果表明:首先,绿色金融在降低制造业碳排放方面具有显著作用,而且该结论通过了一系列稳健性检验。其次,绿色金融可以促进能源结构和产业结构的优化升级,从

而推动制造业碳排放量减少。最后,绿色金融对制造业碳排放的抑制作用中,东部地区比中部地区更显著,而西部地区具有显著正效应。

基于以上结论,本文提出如下建议。

第一,大力发展绿色金融。首先,政府应出台更多支持绿色金融发展的政策措施。例如,对参与碳减排项目的金融机构给予一定的风险补偿,对符合条件的制造业项目给予一定的贷款贴息等。其次,商业银行等金融机构要积极响应国家绿色金融政策,不断推出多样化的绿色金融创新产品,为制造业低碳发展拓宽融资渠道。最后,制造业企业应积极组织内部员工参加绿色金融培训,普及绿色金融理念,增强员工利用绿色金融为制造业企业服务的意识。

第二,优化能源结构和产业结构。政府要积极引导金融机构为清洁能源项目提供融资支持,推动清洁能源产业的发展。在融资支持端,设立清洁能源专项融资担保基金,对绿色企业及项目提供贷款担保;在政策限制端,对煤炭、燃

油等高碳能源实施消费配额管理,超出配额部分征收一定金额的特别消费税。同时,要加大力度促进产业融合,利用大数据、物联网、人工智能等新一代信息技术与制造业深度融合,搭建智能服务平台,实现以单纯提供产品转变为提供产品和服务的整体解决方案。

第三,实施差异化绿色金融政策。政府要根据不同地区、不同行业绿色金融和碳排放量的差异,制定更加精细化的绿色金融政策。首先,要鼓励东部地区加强与其他地区合作,共享绿色金融资源,推动区域绿色金融协同发展,从整体上减少制造业碳排放。其次,推动中部地区加强绿色金融的应用和推广,抓住与东部地区合作的机会大力发展绿色金融,进一步发挥其在减少制造业碳排放方面的潜力。最后,加大力度支持西部地区金融机构与制造业企业合作,为制造业企业提供定制化的金融服务,开发适用于西部地区制造业企业的绿色金融产品。

参考文献

- [1] 邵帅,张曦,赵兴荣.中国制造业碳排放的经验分解与达峰路径:广义迪氏指数分解和动态情景分析[J].中国工业经济,2017(3):44-63.
- [2] 代新玲.技术进步、双重价值链嵌入与制造业碳减排[J].技术经济与管理研究,2023(7):97-102.
- [3] 付华,李国平,朱婷.中国制造业行业碳排放:行业差异与驱动因素分解[J].改革,2021(5):38-52.
- [4] 王向进,杨来科,钱志权.制造业服务化、高端化升级与碳减排[J].国际经贸探索,2018,34(7):35-48.
- [5] 黄蓉.制造业集聚与碳减排空间溢出效应研究:基于技术交易视角的检验[J].生态经济,2022,38(2):22-26+90.
- [6] 韩先锋,肖坚,董明放.绿色金融发展的碳减排效应[J].资源科学,2023,45(4):843-856.
- [7] 杜建勇,曹文琪.“双碳”目标下绿色金融发展对碳排放的影响研究[J].学习论坛,2022(6):114-118.
- [8] 谭显春,高瑾昕,曾桢,等.绿色金融改革创新试验区政策对碳排放的影响评估[J].气候变化研究进展,2023,19(2):213-226.
- [9] 李晓西.绿色金融盈利性与公益性关系分析[J].金融论坛,2017,22(5):3-11.
- [10] Xu et al. China carbon emission accounts 2020-2021. Applied Energy. 2024.
- [11] Guan et al. Assessment to China's Recent Emission Pattern Shifts. Earth's Future. 2021.
- [12] Shan et al. China CO₂ emission accounts 2016-2017. Scientific Data. 2020.
- [13] Shan et al. China CO₂ emission accounts 1997-2015. Scientific Data. 2018.
- [14] Shan et al. New provincial CO₂ emission inventories in China based on Apparent energy consumption data and updated emission factors. Applied Energy. 2016.
- [15] 江艇.因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J].中国工业经济,2022(5):100-120.
- [16] 胡剑波,罗志鹏.多情景模拟下我国制造业能源消费结构与碳达峰预测研究[J].江西社会科学,2022,42(4):50-60,207.
- [17] 吕一铮,曹晨玥,田金平,等.减污降碳协同视角下沿海制造业发达地区产业结构调整路径研究[J].环境科学研究,2022,35(10):2293-2302.