

分类号 _____
U D C _____

密级 _____
编号 10741



硕士学位论文
(专业学位)

论文题目 数字金融对碳减排的作用机理及效应研究

研究生姓名: 余瑞腾

指导教师姓名、职称: 方来 教授

学科、专业名称: 应用经济学、金融

研究方向: 金融理论与政策

提交日期: 2023年6月6日

独创性声明

本人声明所呈交的论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已论文中作了明确的说明并表示了谢意。

学位论文作者签名： 余瑞腾 签字日期： 2023年6月6日
导师签名： 马素 签字日期： 2023年6月6日
导师(校外)签名： _____ 签字日期： _____

关于论文使用授权的说明

本人完全了解学校关于保留、使用学位论文的各项规定，_____（选择“同意”/“不同意”）以下事项：

1. 学校有权保留本论文的复印件和磁盘，允许论文被查阅和借阅，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文；
2. 学校有权将本人的学位论文提交至清华大学“中国学术期刊（光盘版）电子杂志社”用于出版和编入 CNKI《中国知识资源总库》或其他同类数据库，传播本学位论文的全部或部分内容。

学位论文作者签名： 余瑞腾 签字日期： 2023年6月6日
导师签名： 马素 签字日期： 2023年6月6日
导师(校外)签名： _____ 签字日期： _____

Research on the Mechanism and Effect of Digital Finance on Carbon Reduction

Candidate: Yu Ruiteng

Supervisor: Fang Lai

摘要

碳排放是一个全球性挑战，必须通过全球合作来解决。改革开放以来，中国经济社会发展虽然获得了令人瞩目的成绩，但由于长期以来粗放式的经济增长模式导致了我国碳排放问题越来越突出，从而对中国农业生产、社会经济发展以及人们日常生活带来了巨大的负面影响，也严重降低着中国百姓生活的幸福指数以及中国经济社会的健康发展，所以，推动碳减排发展进程刻不容缓。

近几十年来，由于数字技术的飞快发展，传统金融与数字技术相结合形成了数字金融这一新业态，极大地提升了金融服务效率与质量，更便于满足客户日益增长的金融服务需求。数字金融借助数字技术，能够打破地域限制，降低了金融服务成本，提高了金融服务的覆盖服务，从而优化了金融资源配置，推动了社会技术进步，促进的经济的健康发展。然而，数字金融发展对碳排放的影响效果如何，两者是否有一定的联系？数字金融发展又是如何影响到碳排放的，有哪些作用路径？这些都是目前学术界所广泛关注的问题。

本文主要采用文献分析、理论及作用机理分析、现状分析以及实证分析等方法，多方面地探究数字金融对碳排放的影响效应以及产业结构升级和绿色技术创新的中介效应。本文通过回顾归纳和总结了相关文献研究，重点讨论了数字金融发展、碳排放两者之间关系以及产业结构升级和绿色技术创新在其中的影响作用。首先，阐述了数字金融、碳排放、产业结构升级以及绿色技术创新的概念界定，并重点探讨了数字金融、产业结构、绿色技术创新对碳排放的影响机理。同时，本文在以北大学普惠金融指数衡量各地区数字金融发展水平的基础上，收集我国 30 个省级地区的相关面板数据，并进一步地构建相应的实证检验模型，检验数字金融对碳排放的直接影响效应。此外，在进一步研究中引入产业结构以及绿色技术创新水平作为中介变量，探讨数字金融对碳排放的间接作用路径。根据实证结果得出相关结论，研究结论主要包括：（1）近几年我国数字金融发展迅速，但区域差距不断拉大；（2）数字金融发展能有效推动碳减排事业的发展；（3）数字金融对碳减排的产业结构升级效应存在且效果显著；（4）数字金融能够有效促进区域绿色创新水平，但绿色技术创新对碳排放的抑制作用并不显著。最后依据本文的研究结论，从数字金融、政府、产业结构等角度提出相关政策建议。

论文主要的创新点概括如下：（1）从数字金融的角度探讨碳排放的影响，丰富了相关研究；（2）拓展了研究视角和理论分析框架。基于产业结构升级和绿色技术创新的视角，讨论了数字金融对碳排放的间接作用机制。

关键词：数字金融 碳减排 产业结构升级 双向固定效应模型 中介效应模型

Abstract

Carbon emissions are a global challenge that must be addressed through global cooperation. Since the reform and opening up, China's economic and social development has achieved remarkable results, but due to the long-term extensive economic growth model, China's carbon emissions issue has become increasingly prominent, which has brought enormous negative impacts on China's agricultural production, socio-economic development, and people's daily life. It has also seriously lowered the happiness index of Chinese people's lives, and seriously restricted the healthy development of China's economy and society. Therefore, Promoting the development process of carbon emission reduction brooks no delay.

In recent decades, due to the rapid development of digital technology, the combination of traditional finance and digital technology has formed a new format of digital finance, greatly improving the efficiency and quality of financial services, and making it easier to meet the growing demand for financial services from customers. With the help of digital technology, digital finance can break geographical restrictions, reduce the cost of financial services, improve the coverage of financial services, optimize the allocation of financial resources, promote social and technological progress, and promote the healthy development of the economy. However, what is the impact of the development of digital

finance on carbon emissions? Is there a certain connection between the two? How does the development of digital finance affect carbon emissions, and what are the action paths? These are issues that are currently widely concerned by the academic community.

This article mainly uses methods such as literature analysis, theoretical and functional mechanism analysis, current situation analysis, and empirical analysis to explore the impact of digital finance on carbon emissions, as well as the intermediary effect of industrial structure upgrading and green technology innovation. This article reviews and summarizes relevant literature research, focusing on the relationship between the development of digital finance and carbon emissions, as well as the impact of industrial structure upgrading and green technology innovation. Firstly, it elaborates the concept definition of digital finance, carbon emissions, industrial structure upgrading, and green technology innovation, and focuses on the impact mechanism of digital finance, industrial structure, and green technology innovation on carbon emissions. At the same time, on the basis of measuring the development level of digital finance in various regions using the Peking University Digital Inclusive Finance Index, this article collects relevant panel data from 30 provincial regions in China, and further constructs corresponding empirical testing models to test the direct impact of digital finance on carbon emissions. In addition, in further research, industrial structure and

green technology innovation level are introduced as intermediary variables to explore the indirect role of digital finance on carbon emissions. Based on the empirical results, relevant conclusions are drawn, which mainly include: (1) In recent years, China's digital finance has developed rapidly, but the regional gap continues to widen; (2) The development of digital finance can effectively promote the development of carbon emission reduction undertakings; (3) The industrial structure upgrading effect of digital finance on carbon emission reduction exists and is significant; (4) Digital finance can effectively promote the level of regional green innovation, but the inhibitory effect of green technology innovation on carbon emissions is not significant. Finally, based on the conclusions of this study, relevant policy recommendations are proposed from the perspectives of digital finance, government, and industrial structure.

The main innovations of this paper are summarized as follows: (1) Exploring the impact of carbon emissions from the perspective of digital finance enriches relevant research; (2) Expand the research perspective and theoretical analysis framework. Based on the perspective of industrial structure upgrading and green technology innovation, the indirect mechanism of digital finance on carbon emissions is discussed.

Key words: Digital finance; Carbon reduction; ; Industrial structure

upgrading; Two way fixed effect model; Mediation effect mode

目 录

1 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究意义	2
1.2.1 理论意义	2
1.2.2 现实意义	2
1.3 文献综述	3
1.3.1 关于数字金融方面的研究。	3
1.3.2 碳排放相关研究	7
1.3.3 关于数字金融与碳减排关系研究	8
1.3.4 文献述评	9
1.4 研究内容与方法	9
1.4.1 研究内容	9
1.4.2 研究方法	10
2 相关概念界定、理论基础及作用机理分析	11
2.1 相关概念的界定	11
2.1.1 数字金融	11
2.1.2 碳排放	15
2.1.3 产业结构优化升级	15
2.1.4 绿色技术创新	15
2.2 数字金融影响区域碳排放的理论基础	16
2.2.1 数字金融相关理论	16
2.2.2 碳排放相关理论	20
2.3 我国数字金融对碳减排作用机理分析	22
2.3.1 数字金融发展对碳减排的直接作用机理分析	22
2.3.2 数字金融发展对碳减排的间接作用机理分析	22
2.4 本章小结	24
3 数字金融水平与碳排放的发展现状	25
3.1 数字金融发展现状分析	25
3.2 碳排放现状分析	26
3.3 本章小结	29
4 数字金融对碳减排影响的实证分析	30
4.1 研究设计	30
4.1.1 模型设计	30
4.1.2 变量设定及说明	31
4.1.3 数据来源与描述性统计	33
4.2 数字金融对碳减排的直接效应检验	34
4.2.1 平稳性检验	34

4.2.2 效应模型的选择	36
4.2.3 回归结果分析	36
4.2.4 异质性分析	38
4.2.5 稳健性检验	39
4.3 数字金融对碳减排的间接效应检验	40
4.3.1 产业结构升级效应检验	40
4.3.2 绿色技术创新效应检验	41
4.4 本章小结	43
5 结论与政策建议	44
5.1 主要结论	44
5.2 政策建议	45
参考文献	47
致谢	53

1 绪论

1.1 研究背景

顺应时代发展趋势，展现大国责任担当。习近平总书记在 2020 年第 75 届联合国大会上提出了关于我国碳排放发展的“30·60”目标：中国力争在 2030 年前二氧化碳排放量达到峰值，在 2060 年前实现碳中和。次年 3 月，习近平总书记指出实现碳中和是一项长远工程，事关我国经济的高质量发展，事关建设美丽中国的伟大事业，并将碳中和纳入生态文明建设的整体布局。

碳排放是一个全球性问题，它的解决需要世界各国的共同参与。改革开放以来，我国经济发展已经取得了举世瞩目的成就，但是长期粗放型经济发展方式使得我国碳排放问题日益凸显，根据我国 2020 年国民经济和社会发展统计公报的统计数据，我国能源消耗量以及二氧化碳排放量均位居世界第一，这给农业生产、社会经济活动和人类生活造成极大的负面效应，严重影响了我国人民的幸福指数，阻碍着我国经济的健康发展。因此，推动我国碳减排事业的发展任重而道远。

推动“30·60”目标的实现并不是以牺牲经济增长为代价，而是在确保经济稳健增长的前提下与生态环境和谐共生，践行“既要绿水青山，也要金山银山”的绿色发展理念，走出具有中国特色的绿色、协调、可持续发展的经济发展道路。作为影响生态环境的重要因素，碳排放逐渐引起了广大学者的研究热情，碳排放的减少意味着我国的经济活动中对环境造成的负面影响更低，也意味着我国经济发展模式在由“高速发展”向“高质量发展”转变。

“如何减少碳排放”成为近年来的研究热点。现有学者就技术创新（朱于珂等，2022）、绿色创新（陈宇斌，2022）、经济增长（王新利等，2020）对碳排放的影响作用进行了深入的研究。但是从金融业出发，探讨金融发展，尤其是数字金融发展如何作用于碳排放的研究相对匮乏。随着数字技术的不断发展，各产业逐渐与数字技术发展相融合，形成新业态，金融业与大数字、云计算、人工智能等新型数字技术相融合，最终形成覆盖广、成本低、效率高的数字金融，为区域节能减排注入新的动力。

综上，立足于“碳达峰、碳中和”战略目标，并在数字金融快速发展的背景下，从理论与实证两个层面，探索数字金融对我国碳减排的影响规律与传导机理，具有重大的理论与现实意义。

1.2 研究意义

1.2.1 理论意义

在对相关文献进行梳理后发现，由于数字金融的兴起发生在近几年，学术界关于数字金融对于碳减排的研究不多，并且有关数字金融发展对碳减排的作用机制研究尚未形成科学的理论体系，因此，如何通过数字金融手段促进碳排放强度降低成为一个极具理论意义的命题，而本文先通过理论分析我国数字金融发展概况以及数字金融对碳减排的作用机理，再通过对我国数字金融和碳排放发展现状进行分析，实证检验数字金融对于碳减排的直接和间接效应，从实证和理论两个层面来进行研究，可以丰富当前数字金融对碳减排的作用效应这一方面的研究，为指导我国发展数字金融、推动碳减排进程提供理论依据，扩展了关于碳排放强度影响因素的实证检验研究，丰富了省域数字金融指数的实证分析，为今后可持续发展的相关研究提供理论上的借鉴。

1.2.2 现实意义

从现实意义来看，首先，通过数字金融对碳减排的研究，可以了解到区域数字金融发展对碳减排的影响效应如何，让社会各方面意识到数字金融发展的重要作用，从而重视数字金融的发展，推动金融业的数字化转型；其次，促进数字金融发展，降低金融服务门槛，进行金融资源的绿色化配置，解决金融错配问题，配合相关政策指引，对产业结构进行优化升级，并且推动绿色技术创新。本文以我国 30 个省级地区为样本，研究数字金融、碳排放、产业结构以及绿色技术创新之间的关系，对促进数字金融发展，推动碳减排进程，实现我国经济 and 生态协调发展具有重要意义。

1.3 文献综述

1.3.1 关于数字金融方面的研究。

至今，数字金融的概念尚未有统一界定，主要因为数字金融形成于金融与科技的紧密结合，其内涵是随之时代进步不断调整的，目前，数字金融、互联网金融以及金融科技均统称为数字金融（黄益平等，2018）。

国外数字金融的发展远远早于我国，早在1998年美国就出现了在线支付共组，而我国数字金融发展则落后许久，直至2013年支付宝的上线才极大地促进了我国数字金融的迅猛发展，此后，微信支付、美团钱包等在线支付方式竞相出现。随之便是学术圈掀起了研究数字金融的浪潮。围绕数字金融的发展历程、对传统金融业的影响以及数字金融的发展意义，国内外众多学者展开了广泛而深入的研究。

1.3.1.1 数字金融的发展历程

金融发展史就是金融与科技不断碰撞融合的过程。按照科学技术的不同，全球金融发展主要可分为三个阶段（杨东，2018）。第一个阶段始于1866年，是金融领域的科技融合由模拟技术转变为数字技术的时期，特征产物是信用卡和自动柜员机，1967年英国第一台自动柜员机的出现标志着金融进入FinTech2.0时代，也意味着数字金融第二阶段的开启；第二阶段是传统数字金融发展的阶段，这一阶段主要是传统金融业与计算机互联网的融合发展，金融业通过应用相关IT硬件设备和互联网软件服务实现金融服务流程电子化（Arner et al.2015），提高金融服务效率和质量。直至2005年支付宝的出现，标志着数字金融从此开启了崭新的发展篇章，即ABCDI技术驱动阶段（Zetzsche et al. 2017），数字金融开始在全球蓬勃发展，这一阶段的标志性产物就是网上银行，大数据、云计算、人工智能、区块链等新型数字技术的出现赋予了数字金融服务更为强大的发展动力，不仅金融机构参与其中，应用新型技术对金融服务和金融产品进行创新的非金融企业也越来越多，对传统金融业的发展模型产生冲击，从而加快的传统金融业的改革。

从国内的视角来看，数字金融发展大致也可分为三个阶段（陈胤默等，2021；北京大学数字金融研究中心课题组，2018）。第一阶段是传统金融机构电子化时

代（1988—2004年），也是金融机构互联网化的时代，这一时期，中国商业银行开始利用互联网技术和信息技术，大力发展金融业务，从原有的手动办理业务，到现在的计算机处理方式，中国商业银行不断提升自身的服务水平，比如1988年中国工商银行推出第一台ATM机，1997年中国银行推出网上银行业务，这些都为中国商业银行的发展提供了强大的支撑，使其能够更好地适应用户的需要，实现更有效地服务。第二阶段是互联网金融时代，这一阶段的金融服务模式发生了巨大的变化，从传统的银行营业网点到移动支付、网上贷款、互联网保险、网上银行等，这些新兴的金融服务模式不仅极大地改善了金融服务的效率，而且也极大地推动了金融行业的发展，其中最具代表性的产物就是ATM机、信用卡以及网上银行等。伴随互联网金融技术的蓬勃发展，它不仅突破了金融业的空间和时间限制，而且还极大地加强了用户与金融平台的联系，极大地提高了金融业的普惠性和便利化，互联网金融科技公司的大量涌现是这一阶段的标志特征。第三阶段是数字化转型阶段，传统金融机构借助互联网和数字技术，加强与金融科技企业的合作交流，实现平台化、移动化、智能化、情景化以及综合化的发展，从而更好地服务社会大众，这一阶段，是传统金融机构全面投入数字化转型的时代（万建华，2020）。

1.3.1.2 数字金融对传统金融行业的影响

作为近年来新兴的金融业态，数字金融是传统金融与新型数字技术碰撞融合发展的产物，与传统金融相比，其产品结构、服务模型以及运营特点发生了较大的变化，这给传统金融业的发展带来了挑战（李向前和贺桌异，2021），但挑战与机遇并存，数字金融的出现与发展为金融业带来的新的生机与活力，进一步地提高了金融服务效率，促进了金融业的良好发展（Wang et al.2020）。数字金融借助新型数字技术，能够更加便捷高效地对金融产品和金融服务进行创新，丰富产品和服务种类，抢占传统金融服务领域，有利于金融行业内部形成良性竞争（Drasch et al.2018；Lee and Shin，2018；徐岚和徐青松，2014）。同时，数字金融发展所产生的技术溢出效应会迫使传统金融机构进行数字化转型，提高金融服务质量与效率，创新金融产品与服务，从而避免被市场所淘汰（孟娜娜和粟勤，2020；邱志刚等，2020；Winnefeld and Permantier，2017）。刘澜飏等（2013）探讨数字金融与传统金融的影响关系发现，数字金融与传统金融之间并非完全竞

争关系，两者可实现融合发展，这有利于促进传统金融中介机构提高自己服务能力和效率，扩大服务广度和深度，提高金融市场运行效率。随着数字化浪潮的不断推进，传统商业银行正在抓住机遇，积极投身于数字化服务的发展中，以满足客户的需求，提升客户体验（王诗卉等，2021；北京大学数字金融研究中心课题组，2016）。李向前等（2021）研究发现，在传统金融业数字化转型的过程中，金融市场上的资源会进行重新分配，这会影响到传统商业银行的经营效率和风险管理等各个方面。从传统商业银行的效率角度来看，一些研究结果显示，数字金融与传统商业银行之间会形成较强的优势互补作用（Navaretti et al. 2017）。区块链、人工智能等新兴技术的应用，不仅能够帮助商业银行扩大中间业务范围，还有利于促进银行资源配置效率的提高（朱太辉等，2016），提高商业银行收益率；刘孟飞等（2021）在构建银行存贷收益模型中，将数字金融纳入作为解释变量研究数字金融对商业银行效率的影响，研究发现两者之间存在非线性关系，数字金融对商业银行效率存在先升后降的“倒U型”作用，且越是中大型银行，该效应越是明显；在此基础上，杨望等（2020）进一步地对数字金融与商业银行经营效率之间的作用机制进行研究分析，发现金融创新、技术溢出以及市场竞争的中介效应明显，表明数字金融发展可通过这三个渠道对商业银行经营效率产生影响作用。从商业银行风险管理的角度来看，商业银行在数字化转型过程中不仅会出现成本增加等问题（刘孟飞等，2020），还要面临因新兴技术的应用而产生的信息、技术以及监管漏洞等风险问题，使商业银行面临更大的风险压力（吴桐桐等，2021；李向前等，2021）；同时，数字技术的应用可以在一定程度上解决信息不对称问题（Lapavitsas and Santos, 2008），并且有利于风险管理流程的完善，使之更加标准化、动态化，从而提高商业银行的风险管理能力（姚婷等，2020）。

1.3.1.3 数字金融发展的意义

借助云计算、区块链、人工智能、大数据等新兴数字技术，数字金融这一新型金融模型社会经济发展带来了翻天覆地的变化（Goldstein et al. 2019；Arjunwadkar, 2018），有利于经济发展模式的重新调整（黄益平 2021），推进社会经济的高质量发展（Zhang et al. 2021；宇超逸等，2020；钱海章等，2020；王永仓等，2020）。

众多学者从普惠金融、消费以及贫困的角度出发，对数字金融发展与经济发

展之间的关系进行了深入研究。首先,数字金融的发展填补了传统金融发展的空白,促进了金融服务的普惠发展(Lagna and Ravishankar, 2021; Hasan et al. 2020; 黄益平等, 2019)。由于小微企业、农民和贫困家庭的抵押物数量有限,且大多数都是零星的,因此很多时候这些企业和家庭都无法获得适宜的金融支持。这些企业和家庭往往会因此而受到限制,无法得到充分的发展。随着科学技术的发展,数字金融正以其独特的优势,推动移动支付、网络借贷等新型金融业态的发展,它们为投资者提供多样化的融资途径,并且彻底改变了以往的金融服务形态,让投资者可以跨越地域、时间的界限,获取到高质量的投资回报(Lu, 2018),同时,它们还利用海量的在线数据,有效地减少了投资者的成本投入,提高投资者的收益。通过构建一个完善的信贷评级体系,金融机构能够更好地了解消费者的购买偏好,并基于他们的过往交易记录,对其信誉状况进行准确的评价,有效地防范和管理风险(Frost et al. 2019; Hau et al. 2019),甚至可以提供不需要资产抵押的金融服务,降低了获取金融服务的门槛,将小微企业和贫困居民纳入服务对象,为其提供便捷、廉价的金融服务,使金融服务惠及更广大的人民群众。其次,数字金融的金融属性和新兴技术的优势使得它能够更好地满足居民的消费需求,保障居民资金安全,为居民资产提供增值服务,这有利于促进居民消费的增加和消费升级(何宗樾等, 2020; 易行健等, 2018)。一方面,数字金融发展有利于解决流动性约束问题,互联网融资平台的出现简化了融资流程,降低了融资门槛,并且通过大数据能够有效地收集到客户的真实信息,降低信息不对称程度,从而降低了信用违约风险,并提高了消费者贷款的可获得性,从而刺激消费者的消费热情(Zinman, 2010);另一方面,数字金融的发展有利于改善支付环境,提高更加便捷的支付方式,降低金融服务和金融产业的获取成本,提高消费者的消费意向,极大地提升了消费者在消费过程中的满足感与获得感,以此推动居民消费的增加(张勋等, 2020; Grossman and Tarazi, 2014);同时,金融业的数字化转型过程中,数字保险等金融服务的出现与普及,不仅可以帮助家庭降低风险与损失,还可以增加居民消费信心,进而提高居民的消费能力和消费水平(黄凯南和郝祥如, 2021)。此外,数字金融发展能够填补传统金融服务发展的空白,覆盖到传统金融所无法覆盖到的地区和人群,为低收入群体和小微企业提供更加便捷、优惠的金融服务,从而促进社会创业和就业机会的增加(张勋等, 2019),

以此解决相对贫困问题，缩小贫富差距（Abiona and Koppensteiner, 2020；黄益平等，2019；孙继国等，2019；Ping et al. 2016）。黄倩等（2019）指出，数字金融对减排的正向促进作用在经济发展落后地区尤为明显，此外，数字金融发展可以通过激励居民创新、缓解信贷压力、降低农业风险等措施。有效地减轻相对贫困，从而实现经济发展和社会进步（孙继国和赵俊美，2019）。然而，为了实现真正的脱贫目标，必须提升数字金融的技术水平，完善其相关的支撑体系，并且提升用户的数字化素养，这需要从多个方面来考虑，包括建立健全的数据库、构建完善的金融服务体系、提升用户的数字化素养，从而消除数字鸿沟，实现真正的脱贫目标（何宗樾等，2020）。

1.3.2 碳排放相关研究

环境污染的严峻程度直接影响到一个国家的长期繁荣，而气候变化则更加突显，其中最为突出的就是全球变暖。为解决全球变暖的挑战，全球科技界一直在努力探索更加科学地解决办案，其中，海外的学者尤其突显，他们不断探索更加全面地解决办案，并在相关领域取得突破。近年来，全球范围内的科学家纷纷从实证的角度探索环境库兹涅茨曲线的概念，其中 Grossman、Krueger（1995）等人的突破性贡献尤其引起重视，他们利用大规模的实证资料，对环境库兹涅茨曲线的变化进行定量的分析，从而揭示出碳排放与经济发展之间的复杂联系。随着时间的推移，Hilton 和 Levinson（1998）的研究表明，多种因素会共同作用于碳的释放，从而形成一条复杂的库兹涅茨曲线。赵雄飞（2021）则提出，科学技术的飞跃、工业的变革、能源的优化等因素都会在一定程度上促使碳的释放。高鹏（2021）通过实证调查，探讨了长江经济带的国际贸易活动如何有助于降低二氧化硫的排放量。马海良（2021）则深入探讨了不同地理环境下的偏好和技术的变迁，并将其与不同的行业相结合，发现工业自动化可以显著改善二氧化硫的排放量。马明义（2021）通过从 5 个不同的方面来探究，发现城镇发展程度和全球气候变暖存在着紧密的联系。研究表明，王鑫静等（2020）以 118 个国家为样本进行实证研究，发现技术创新、经济发展以及信息化程度均能对碳排放起到抑制作用，而城镇化水平、经济开放程度以及产业结构中工业占比对碳排放起到正向的促进作用。

冯宗宪(2019)运用可拓展的随机性的环境影响评估模型研究了各种地理环境要素对碳排放的影响。他们发现,这些要素包括人口、经济、产业结构和固定资本的投入,它们对于各个地理环境的影响各不相同。此外,这些要素对于各个行业的碳排放的影响也各不相同。梅晓红(2021)通过研究 DEA-BCC 模型与 DEA-Malmquist 指数,深入分析了不同地区的经济发展、基础设施建设、能源结构与科学技术、市场开放以及与国际接轨的情况,以及这些因素如何促使地区的碳排放。克美(2020)的研究表明,通过使用 Kaya 守恒定律和 LMID 模型(2020),人口 GDP、工业结构以及能源使用方面的因素都会导致煤炭工业的碳排放量增加。赵哲(2020)指出,财政投入不仅会显著地改变碳排放,而且还会通过中介变量,如城市发展水平、经济发展趋势、国际贸易额等,来实现这一目标。在中国,针对降低二氧化硫的问题,研究的重点通常集中在整体的环境保护。然而,由于地理位置的差异,每个地方的环境保护情况都有所差异,例如工业生产方式、城市化进程、经济增长速率等。鉴于中华人民共和国的广阔领地,以及地方间的经济发展差距,以及其中的复杂性与不均衡,目前尚未有足够的研究来探讨碳减排的问题。

1.3.3 关于数字金融与碳减排关系研究

尽管目前尚无足够的证据证明数字金融会显著改善碳排放,但徐伟呈等(2023)采用我国城市面板数据研究发现,数字金融可通过产业结构调整推动经济高质量发展。许钊等人(2021)通过收集地方城镇数据进行实证分析,发现数字金融可以显著改善环境质量,并且可以通过促进创新、发展、提高产业水平来实现这一目标。随着时代的发展,数字金融正在发挥着重要的作用,它可以有效地促进碳的减少,从而改善人们的环境质量。此外,数字经济也是由于互联网、新一代 IT 的发展而形成的,它既涉及数字科学的应用,也涉及相关的行业的发展。黄卓(2018)指出,随着电子商务的迅速增长,我国的数字金融也随之而来,它不仅仅可以帮助企业实现更高的效率,还可以促进共享经济、互联网借贷、消费者体验的改善,从而推动整个社会的可持续发展。随着新兴行业的不断涌现,其对产业结构的改善和调整已成为减少全球气候变暖的重要推动力,这也成为了一种常见的环境影响因素(张伟等,2016)。

1.3.4 文献述评

综上所述,数字金融与碳减排的发展激发了广大学者的研究热情,但有关数字金融促进碳减排的作用机理和传导途径的实证研究还存在众多亟待解决的问题,具体表现在对数字金融促进碳减排的作用机理和传导途径研究并不系统和全面。因此,本文研究基于现有的研究成果,立足于我国数字金融与碳减排发展实际,通过实证考察数字金融对碳排放的影响以及产业升级效应和绿色技术创新效应在数字金融促进碳减排中所发挥效力大小,从而为我国数字金融有效促进碳减排提供合适的政策建议。

1.4 研究内容与方法

1.4.1 研究内容

这篇文章由六个部分组成,每部分的内容如下:

本文的第一章旨在探讨数字金融的发展背景、碳减排的影响,并结合现有的研究成果,深入剖析其中的机制与挑战。此外,本文还将探讨如何利用数字金融技术来实现碳减排,以期达到更好的环境保护效果。最终,本文提出了这篇文章的潜在创新点和缺陷。

在第二章中,我们将深入探讨数字金融、碳排放和产业结构升级的概念,并从理论角度探讨它们之间的关系,以及它们如何影响碳减排,为接下来的研究提供坚实的理论基础。

第三章为构建数字金融发展对碳减排作用机理的分析框架。在总结现有的国内外研究成果的基础上,拟构建数字金融发展对碳排放的直接影响以及产业升级效应的基本分析框架,立足于理论和发展实际追溯我国数字金融与碳减排的发展历程,从理论层面全面分析数字金融直接和间接影响碳减排的作用机理与路径,为实证检验数字金融影响碳排放的效应提供理论依据。

第四章为数字金融发展水平和碳排放水平分析。本部分选取我国各区域数字金融发展水平,从而分析数字金融发展可能存在的不足和需要改进之处。

第五章为数字金融碳减排效应的实证研究。基于第三、四部分的研究基础,

分析探究数字金融影响碳排放的作用机制和传导途径,分析碳减排发展的影响因素,并探究这些影响因素与数字金融发展之间的关系,最后建立科学的计量模型,在解决模型内生性问题的基础上,先实证检验数字金融发展对碳减排的直接效应,并进行稳健性检验,再从产业升级效应和绿色技术创新的角度分析数字金融对碳减排产生的影响,同时通过分样本回归法来保证实证结果的稳健性。

第六章为在经过第五章的实证研究后,得出结论并据此为我国数字金融推动碳减排发展提供针对性的政策建议和研究展望。

1.4.2 研究方法

本文通过多种研究方法,对上述内容进行了深入探讨,以期获得更多的结论。

(1) 文献分析法,通过全面地研究国内外现有的文献,并从中提炼出有参考价值和指导意义的信息。此外,还可以对这些研究进行评估,以发掘出潜在的改进空间。

(2) 理论分析法,可以更好地了解数字金融如何影响中国的碳排放强度。我们将借助现有的理论框架,探究这种影响的传导机制。

(3) 实证分析。通过构建基准回归模型和中介效应模型进行回归分析。本文通过 CEADS 数据库、CNRDS 数据库、EPS 数据库等,对数字金融、碳排放以及相关变量进行数据收集,在具体操作方面,第一,对实证模型进行设计与构建,并通过变量描述性统计了解各变量数值情况;第二进行相关性检验和模型选择;第三,进行回归分析、稳健性检验和异质性分析。第四,引入中介变量进行回归分析。

2 相关概念界定、理论基础及作用机理分析

2.1 相关概念的界定

2.1.1 数字金融

2.1.1.1 数字金融的界定

随着新一轮科技革命和产业革命的到来，数字金融应运而生，它将金融业、ABCDI、互联网、人工智能等前沿技术融为一体，为金融服务提供了更加便捷、高效的解决方案，从而实现金融的数字化、网络化和智能化（王馨桐，2019）。数字金融作为一个内涵在不断动态变化的概念，在当今社会中受到越来越多的关注。它的定义及其影响力在全球范围内都存在着差异，一些人偏向它的金融属性，一些人偏向它的科技属性，而另一些人则认为它是一个融合了金融、科技、互联网等元素的新兴领域，它拥有许多前所未有的技术、特点以及形式，而且仍然保持着金融的本质，因此，它在当今社会中仍然具有重要的意义，并且在发展过程中仍然保持着自身的独立性。这显示出强大的科技特征。

第一类学者认为，数字金融可以帮助金融机构利用最先进的互联网、信息通信技术、数字技术，大大降低交易成本，推动市场竞争，并且可以有效地解决金融活动中的信息不对称问题（Fu et al. 2019），它可以提供基于移动互联的全新的金融服务，取代传统的金融服务，尤其是在支付结算、资源配置、风险管理、网络渠道等领域，具有极其重要的意义（Wang et al. 2019; Hou et al. 2016; 谢平等，2015; 吴晓球，2014）。这些研究表明，数字金融服务的理念与“网络金融服务”中提出的理念有着相似之处，但也存在着不同的观点。第二类研究者更加关注数码金融界的科技属性，他们指出，数码金融界可以运用区块链、互联网、云计算乃至人工智能等崭新信息，为金融界提供更多的机遇，推动银行业和创新传统信息的深入融入，从而彻底改变银行业管理模式和金融消费方式（张萌萌等，2020; Philippon, 2016），从而实现金融创新、服务提升、银行业服务质量提升等目标（Jagtiani and Lemieux, 2018; Tokushi, 2018）。通过技术驱动的金融创新（田新民等，2020），我们可以扩大传统金融服务的范围，弥补它们的不足，这是一种有效的解决方案。这种方法可以帮助我们更好地满足客户的需求，并为他

们带来更多的便利。这些学者对数字金融的认知与金融稳定理事会以及中国人民银行对“金融科技”提出的概念相当一致，而且，金融科技已成为发达国家数字金融的重要组成部分。第三类学者认为，数字金融不仅仅是“互联网+金融”的简化版，它更加深入地反映出金融的本质，同时也体现出它的数字技术特征（封思贤和徐卓，2021；万佳彧等，2020），从而使得它与传统金融服务有着更加紧密的联系。白当伟等人（2018）研究发现，数字金融是一个利用信息技术来满足消费者需求的新型服务管理模式，其中，互联网金融科技公司扮演着重要的角色。欧阳日辉（2021）认为，数字金融是金融业与现代科技的完美结合，它不仅能够满足当今数字经济时代的需求，还能够利用信息技术的优势，为消费者带来更加人性化的服务，从而构建一个全新的智能金融生态系统。许多学者指出，数字金融是一个全新的服务模式，它将现代数码 IT、移动互联网技术、大数据分析、虚拟现实、区块链、新一代人工智能和 IoT 等技术与传统金融业相结合，从而提高金融业的效率和质量，不仅仅是互联网企业和金融机构科技企业提出的新业务，还包括另外各种类型的服务，如支付、保险公司、投资、理财、财务管理等。随着科学技术的进步，传统金融机构正在经历着数字化转型的过程，这种转型不仅体现在黄益平和黄卓（2018）的研究中，也体现在北大数码金融研究中心课题组在 2018 的研究中。此外，《中国数字金融发展报告》也提出，数字金融是一个崭新的金融领域，它将信息技术与中国传统业务紧密结合，形成一个全新的金融服务模式。

本文基于北京大学数字金融研究中心课题组（2018）、西南财大网络金融研究中心以及中国战略文化促进会合作发表的《中国数字金融发展报告》，深入探讨了数字金融的概念，认为数字金融即传统金融业在对数字技术的深入应用与融合过程中，为客户提供智能化、便捷化、个性化的金融服务。数字金融的发展不仅拓展了金融业的参与者，还能够推动我国互联网金融行业的创新成长，以及推动我国互联网金融行业的可持续健康发展。而北大数字普惠金融指数是一种反映数字金融发展水平的指标，它反映了传统互联网中小企业、金融科技企业和中国传统商业银行在数字化转型领域的进步，涉及数据交易、贷款、担保、理财产品和货币等新兴网络金融产业。

2.1.1.2 数字金融的特征

通过利用先进的数字技术，数字金融为我国金融市场注入了新鲜血液，填补了传统金融的空白。通过对比数字金融与传统金融的发展趋势，数字金融具有显著的优势。从我国数字金融发展的实际情况来看，数字金融具有以下特征：（1）金融属性。数字金融是金融业与新兴技术的完美结合，它不仅改变了金融服务的模式和方式，更重要的是，它把金融的本质完全挖掘出来，使金融业更加具有竞争力，成为金融业未来发展的重要方向。（2）技术性。随着科技的发展，数字技术已经成为数字金融的关键因素。通过移动互联网、云计算、区块链、数据保护和隐私保护，这些技术不仅提高了金融信息的传输效率，而且还大大改善了金融产品和服务的质量，让金融服务变得更加便捷、高效。（3）普惠性。黄益平（2017，2018）和黄卓（2018）认为，数字金融利用互联网和 IT，可以为那些传统金融无法覆盖的地区和对象提供了更多的金融服务，满足低收入人群和小微企业多元化的金融需求，提高了金融的普惠程度，使金融发展的成果更好地惠及到更多的人民群众。（4）风险性。随着数字金融的发展，它的网络性和技术性给金融业务管理以及数据资源的保护带来了新的挑战。它不仅打破了金融服务的时空限制，而且还能够利用数字技术挖掘和获取各大科技平台的客户信息，从而使得风险性更加明显，一旦客户信息被盗取，将会导致违约率的急剧上升，因此，各大科技平台必须加强对客户信息的保护，以确保金融安全，避免发生不良后果。任何非法利用客户信息的商业活动都是极其危险的（石光等，2020）。（5）绿色性。数字金融作为金融发展的一种重要模式，它不仅具备了低交易成本、高运营效率、高技术依赖、快速创新以及高交易可能性等优势，而且还具备了更加宽松的环境，更加高效的服务，以及更加广泛的覆盖面，这些优势使得它在推动金融业的绿色发展方面发挥着重要的作用，从而大大提升了金融业的发展效率和水平（2022，孙婷婷）。

2.1.1.3 数字金融发展水平评价研究

数字金融发展水平的评价至今尚未有一个统一的科学标准，现有的研究中，对数字金融发展水平的评价方法主要分为单一指数法和综合评价法，大部分学者主要采用综合评价法，其中最为广泛采用的为北大普惠金融指数。

2016年，北京大学数字金融研究中心与蚂蚁金服集团合作，成立了联合课题组，利用蚂蚁金服集团的大量数字金融服务数据，编制“北京大学数字普惠金

融指数”（郭峰等，2016），为数字金融的整体发展水平进行了客观、准确的评估，这一研究成果受到了国内各界的广泛认可，也得到了学术界的广泛关注。该数字金融评价的时间跨度从2011年一直持续到2020年，为数字金融服务的全面发展带来重要的参考意义。为更好地反映中国的数字金融状况。该评价指标建立了一个包含三个层次的指标系统，即全国省、地级市、县域的指标。这个指标系统不仅包括普惠金融的覆盖面，而且包括普惠金融的使用情况，如支出、担保、货币基金、贷款业务、融资、贷款。它能够更加精确地反映中国不同层次的数字普惠金融的发展情况，并且能够更好地描绘中国数字普惠金融的整个框架。全国各地均已采取多项措施，以更加准确、客观、公正地体现当前数字金融发展情况，如浙江省经济和信息化厅近日颁布《浙江省数字经济发展综合评价办法（试行）》，旨在更加准确、客观地反映浙江省全省及各市、各县（市、区）的数字经济发展情况，其中包括五个主要维度：电子商务、数字金融、新兴产业、创新技术、社会责任、公共服务、社会治理。该办法旨在更好地反映浙江省数字经济发展水平，以期更好地推动浙江省数字经济发展。

2019年，国家电子信息产业建设研究所发表《我国数字经济发展指数研究报告》，以深度探究当前国内数字经济蓬勃发展的情况，将服务业的数字化作为主要指标，将第三方支付、互联网保险、电商等多种领域的开展情况作为主要指标，并将电子商务交易额及电子商务交易活跃中小企业的占比作为主要指标，以此为基础，全面推动国内数字经济蓬勃发展的情况，实现经济的可持续发展。耿玥（2020）通过对四个主要领域的研究，即互联网支付、信贷、保险和投资理财，来评估我国数字金融的开展情况。他还提出了一些特定的指标，如交易渗透率、人均成交数量和人均成交笔数，以更好地反应该地区的数字金融开发情况。

基于上述分析，本文采用北大数字普惠金融指数作为衡量区域数字金融水平的指标。该指标基于支付宝手机用户数据，建构了包含数字金融的覆盖广度、数字金融的使用深度以及普惠金融的数字化程度三个维度，该指标对数字金融发展水平的评价更为科学、全面，且能有效反映我国数字金融发展的实际情况，以该指标衡量数字金融水平具有明显的代表性。

2.1.2 碳排放

碳排放量是对二氧化碳等温室气体排放量的一种简单累加。目前,对二氧化碳排放量的评价有着不同的评价标准。许多学者会选择碳排放量或碳排放强度,来说明该地区或产业碳排放的水平。在温室气体中的二氧化碳排放量通常是指一个国家或地区在一年中,通过各种途径向大气中排放的二氧化碳总量。它的主要来源包括化石能源燃烧、工业废气排放等。经过对温室气体的分析检验,可以发现,温室气体的主要来源是化石能源的燃烧,也是二氧化碳排放的主要来源,其比重高达 70%。因此,直接采用二氧化碳排放量作为评价指标,具有数据易获得、可信度高等诸多优势。

当前,国内外对二氧化碳排放量均建有专门的数据库,国外的由美国能源信息署等,国内二氧化碳数据库则为碳核酸数据库(CEADs)。本文碳排放数据直接引用 CEADs 数据库中所收录的二氧化碳排放量数据。

2.1.3 产业结构优化升级

随着时代的进步,各国的工农商贸活动都不断变得更加复杂和多样。其中,工农商贸活动的变革,不仅仅涉及资源的有效配置,还涉及资源的深度利用,从而形成了多元的工农商贸活动,实现了工农商贸活动的有效协调。通过改善和优化产业结构,可以使各个行业和领域之间的关系更为和谐,并且可以更好地推动经济增长。此外,通过增强科学研究和技术开发的能力,可以提高企业的生产效率,在经营活动中获得更大的竞争优势,同时可以促使企业的经济效益向竞争优势转化。经济增长、市场活力和国际竞争力的提高,都会对产业结构的改善和提高起到重大作用。而劳动力、财富和科学知识的流通,则会对这一过程起到关键作用。

2.1.4 绿色技术创新

绿色转型是技术创新的一种重大方向,即将可持续性原则融入到技术创新的实践中,旨在达到国民经济、社会效益、环境保护的协同可持续性。在回顾现有文献的基础上,我们可以看到,目前国内外关于绿色技术创新的研究主要集中在

两个方面：（1）绿色技术创新助力于企业生产效率的提高。Braun 等（2007）把技术概括为一系列的技术改进，包括改善产品的加工工艺、加工设备以及末端加工技术，以此来改善生产流程，并最终达成减少能耗的目的。朱于珂和李婉红（2013）研究认为，采用绿色技术创新能够有效地推动中小企业的经济效益增长，并且能够有助于降低对当地自然资源产品的依赖性，进而达到节约资源、保护环境的目的。马媛（2016）强调，通过推行绿色创新，能够推动国民经济、人类社会及自然环境的可持续性。因此，我们需要在产品的设计、制造过程、运营管控等方面不断探索、完善，以期达到更高的可持续性。（2）绿色技术创新助力于企业全方位、协调发展。段世霞等（2022）提出，通过实施绿色技术创新，可以实现行业结构的优化，资源的优化配置，降低能耗，提高公司的发展层次。李平（2001）认为，以绿色科技为中心的科技创新活动，是我国科技创新活动的中心环节，它以可持续发展为目标，以促进经济、社会、生态三方面的发展。陶建宏等（2004）提出了以可持续的科技发展为核心的绿色科技创新，其目的在于追求经济效益与社会效益。彭梓倩等（2021）认为，绿色技术创新对于推动资本市场资源高效配置、推动公司高质量发展有着十分重要的作用。

根据研究结果，学者们将绿色技术创新定义为一种可持续发展的模式，它旨在通过改进生产工艺、开发更具有价值的产品以及优化市场份额，来促进经济增长与环境可持续发展，并有效地保护环境，提升企业的竞争力。

2.2 数字金融影响区域碳排放的理论基础

2.2.1 数字金融相关理论

2.2.1.1 金融功能理论

金融功能反映了金融体系如何影响和促进经济和社会的发展。这一观点最初由 Merton（1995）和 Levine（1997）提出，并且他们认为这种影响可以促进地区经济的增长。Merton and Bodie（2006）进一步认为，只有通过改革和创新，以及加强市场竞争，金融机构才能够提升其服务的效率，并且完善其功能。根据 Levine（1977）的研究，金融体系可以分为三大类：第一类是清算和支付，它为

市场主体提供了支付、清算和结算等服务，使得商品和服务的交易更加便捷，这亦是金融体系最基本的功能；第二类金融功能为资源配置功能，旨在通过提供同融资平台，实现资源聚集和配置，从而帮助市场主体更有效地利用资金，同时也促进了社会资本的流动，从而有助于实现资金的有效利用，从而极大地提升了资金的利用效率。第三类金融功能为分散风险，旨在通过有效的风险管理和风险分散，保护金融机构的合法权益，确保金融市场的稳定发展，并为金融消费者提供更多的安全保障。通过有效的风险管控和配置，金融机构可以有效地降低金融风险，从而满足消费者的多样化需求，并且让消费者有更多的选择权，从而享受到更好的市场福利。金融发展理论的发展促使人们开始思考金融发展的各种可能性，并且研究人员发现，金融发展的内生力量可以帮助金融机构更好地评估和决策，从而减少金融市场的不稳定因素（Diamond, 1984）和信息的不平衡（Leland and Pyle, 1977）。这种内生力量可以帮助金融机构更好地评估和决策，从而减少金融市场的不稳定因素，并且可以帮助金融机构更好地控制和管理金融市场。随着科技的进步，数字金融已经从一种以金融为核心的模式转变为一种全面的金融模式，它不仅仅提供金融服务，还可以实现金融的全面性，从而提升金融的整体水平，实现金融的有效性。通过运用最先进的科学技术，如移动互联网、大数据和人工智能，数字金融可以深入探索和分析客户的真实情况，从而减少信贷供给和需求之间的差距，从而推动数字金融的发展。此外，通过引入支付、理财和保险等支持，数字金融还可以帮助客户实现快速、安全的投资，从而极大地改善客户的生活质量。通过对财富的精确调度，大大增强了财富的可持续发展能力。

2.2.1.2 信息不对称和交易成本理论

20世纪70年代，美籍财经家乔治·阿克洛夫、迈克尔·斯彭斯和约瑟夫·斯提格利茨首次揭示出信息的不平等性，这一观念的出现，极大地拓宽了人们的认知，并且给当今的社会经济理论带来了全新的思路和见解。信息不对称现象是由于教育双方所掌握的信息差所导致的。信息不对称是一种常见的社会现象，它指的是两个参与者之间存在着明显的信息差距，这种差距可以通过两个方式来体现：一种是，参与者之间的信息不平等，即参与者之间的信息缺乏或者缺乏完整的知识，这种情况通常被认为是事前发生的，即参与者之间存在着一定的信息不平等；另一种则是，参与者之间存在着一定的信息不平等，即参与者之间存在着一定的

信息缺失或者信息不平等，从而会倾向于选择有利于自己而不利于别的选择，这可能会导致道德风险，这些风险通常在事后出现。科斯(Ronald H. Coase)在 1937 年首次提出了交易成本理论，它指的是交易双方在达成交易时必须支付的全部费用，也被称为交易费用理论。这一理论旨在探讨企业的经济成本，以及它们如何影响企业的发展。Williamson 在 1975 年提出，交易活动的复杂性、市场的不确定性和信息的不对称性是导致交易成本的重要因素，他认为，这些成本大体包括搜寻、信息收集、谈判、决策、监管和违约等。Williamson (1979) 指出，人为因素和市场环境是导致交易活动出现交易成本的两大重要因素，而这些成本又可以通过信息、谈判和实施三个方面的不同来划分。通过利用最前沿的科学技术，如移动互联网、大数据和人工智能，数字金融为客户提供了全面的金融服务。因此，当数字金融机构寻找合适的客户时，它们将利用大量的数据来筛查出更加精确的信息，以便更好地分析客户的个人情况，以及他们的消费习惯，以及他们的财务状况，这样就可以有效地减少信息的不平等，避免出现反复的决策。同时，数字技术的进步使得数字金融机构可以实时监控信贷资金的使用和投资项目的运营情况，这有助于减少信息不对称，并降低道德风险的发生率。通过利用数字技术，数字金融可以有效地降低信息搜索成本，并且可以更加便捷地为技术创新项目提供融资。

2.2.1.3 长尾理论

随着网络经济的发展，克里斯·安德森(Chris Anderson)提出了长尾理论，他认为，大量的“小众市场”和“大众市场”可以激发市场活力，并且可以获得更大的市场份额。经典的“二八理论”在评估市场份额时，偏向于关注那些销售情况良好的产品对市场的贡献程度，却忽视了那些销售困难的产品，并提出能够影响市场的商品仅占其中的 20%。对此，长尾理论却给出了与之结论相左的结论，既要有效地推动经济发展，则必须重视小众商品市场的发展，并且在产品供给充足，流通速度足够快的情况下，大量销售情况不佳的产品所占的市场份额，其所占的比例可以和少量的畅销产品所占的比例相等，甚至更高。换句话说，一大批小众产品聚集在一起，所能形成的市场影响力，丝毫不逊色于主流产品，甚至犹有过之。一般而言，金融资源在不同发展水平地区之间的分布并不均匀，传统金

融发展水平较高的地区占有更大份额的金融资源，而传统金融发展落后地区的金融资源则相对匮乏，因此这些落后地区的绿色发展、绿色创新项目从传统金融机构中得到融资支持、获取金融服务的难度更大，这不利于该区域的节能减排事业的有序发展。利用最先进的科学技术，如移动互联网、大数据以及物联网，数字金融可以拉近各大市场参与主体的距离，缩短商品的运输距离，促使商品的流转，并且可以显著降低商品的价格，从而促使长尾原则的实现，并且可以给不同地域的环境保护工作带来更多的可能性。数字金融的出现，不仅极大地改善了金融服务的供给量和市场流通速度，而且还为各地区绿色项目提供了更多的融资渠道，使得它们能够更好地实现技术低碳环保的目标。此外，数字金融还可以基于新兴技术，如大数据、云计算等，设计出个性化、智能化、定制化的金融产品，从而满足融资需求者的多样化需求，有效推动区域碳减排事业的发展。

2.2.1.4 包容性增长理论

关于世界经济增长的包容性问题，世界银行已在其 2003 年发表的一份《全球化增长与贫困（建设一个包容性的世界经济）》中被提及。亚洲发展银行于 2004 年 5 月发表的《在亚洲发展中国家持续性减少贫困的包容性增长：基础设施发展的强化角色》中，也对包容性增长进行了定义，并认为应通过增加工作岗位，使贫困人口更容易接触到金融市场，以消除收入不平等。在世界经济发展进程中，为了应对日益扩大的贫富差距，以及经济结构上的不平衡，亚洲发展银行于 2007 年 10 月，首次提出“包容性经济增长”理论。包容性增长理论的核心要义是以人为本，将可持续增长作为其动力，推行公平、公正的发展原则，其最终的目的是要将收入差距缩小，实现共同富裕，从而达到反贫困、减贫的目的。

包容性增长理论的核心为在发挥在经济的过程中，“公平”与效率并行，这意味着在经济持续平稳发展的过程中，经济发展所产生的红利能够惠及社会的各个层面，惠及更广大的人民群众。从这一点来看，包容性增长与数字普惠金融的服务目标客户发展目的具有相同之处。数字普惠金融借助新兴数字技术可以促进社会福利的增加以及提高各市场主体的资金获取能力，从而推动社会经济的包容性增长。所以，包容性增长与数字普惠金融之间具有密不可分的联系。

数字金融能够明显地促进经济的包容性增长。一方面。借助大数据等新兴技

术，数字金融的发展能够优化经济包容性增长的结构；另一方面，数字金融借助数字化平台，能够整合市场各参与方的各种星系。有利于提供包容性增长的公平性与效率。从原则上看，数字金融与包容性增长均包含包容性原则，因此。数字金融的发展能够推动包容性增长的实现。

综上，包容性经济增长的核心内容就是追求发展的公平性和效率性，关注社会各个层面的均衡发展，提高经济的普惠性。在金融领域，该理论就自然而然地演变为包容性金融理论，发展包容性金融，旨在让金融服务覆盖到传统金融业务的盲区，通过降低金融服务门槛等方式，将低收入群体和小微企业参与到金融体系的运行之中。在包容性金融增长所蕴含的公平、效率的原则上，金融发展不仅要兼顾传统产业的发展需要，更要照顾到绿色产业的融资需求，通过金融资源的合理配置支持绿色技术创新。因此研究包容性增长，有助于了解数字金融的发展内涵与本质。数字金融的发展有助于将金融资源投向绿色产业，促进绿色技术创新，同时，绿色技术创新反作用于数字金融，促进数字金融的绿色发展，以此实现数字金融发展推动碳减排的目的。

2.2.2 碳排放相关理论

2.2.2.1 P 曲线理论

P 曲线理论表明，伴随时间的推移，大部分工业化经济国家的碳排放力度会先增多，然后减少，最终趋于一致。然而，大多数新兴市场经济体的碳排放力度则会呈现出震荡性改变，这种改变与其对应的环境负荷有着密切的联系。陈永国、褚尚军等（2013）通过将产业结构理论与工业化理论有机地融合，建立起 P 曲线模型，以更好地描述产业结构如何影响碳排放力度的发展。他们还运用这种模型，通过定性研究，发现中国的产业结构的改变会给碳排放带来显著的影响，从而形成一种负面的影响。P 曲线理论指出，伴随时间的推移，“一三二”和“二三一”的产业结构会出现明显的差异，其中“三二一”的产业结构由原本的以农耕主导的模式逐渐改变，而“三二一”则以工业和服务业主导的模式出现。伴随科技的进步，工业生产的发展不仅需要更多的资金投入，还会带来更多的二氧化硫、温室废气、氮氧化物等污染的释放。因此，当我们改变了我们的产业结构时，我们

的碳排放水平也将发生改变。早期，由于资本主义的影响，许多行业都依赖于生产性的技术来提供原材料，这导致了它们的碳排放水平相对更高。但是，随着时间的推移，这种情况逐渐改善，我们可以看到一种新的、可持续的发展模式。随着工业化的不断深入，技术密集型企业的数量不断攀升，这不仅使消费者的负担降低，同时也极大地促进了生产效率的提升，为社会带来了更多的可观的经济效益。为了更好地实现可持续的社会发展，政府将加强对环境的监管，加强对技术型企业的扶植，以及加强对产业转型升级的政策，以期更好地推动产业的可持续性，实现更加美好的未来。随着全球经济的发展，全球气候发生了巨大的改变，其中包括碳排放的大幅下降。研究发现，随着工业的发展，全球气候发生了巨大的改变，其中包括温室气体的增加和温室气体的释放，从而导致了全球气候的 P 曲线理论。P 曲线描绘出一种复杂的相互作用机制，它揭示出产业结构的转型与碳排放的变化之间的一般性联系，可以将其划分成三个不同的时期：第一个时期，随着产业结构的转型，碳排放的强度会不断上涨，而上涨的幅度也会越来越大，此时，工业的比例会不断上涨，而且，相应的工业的技术也会有更多的发展；第二个时期，经过产业的转型，碳排放的强度会不断减少，此时，服务业的比例会不断上涨，而且相应的工业的技术也会有更多的发展；第三个时期，经济的发展会有更多的活力，而且相应的碳排放也会有更多的减少。随着经济的发展，我国的产业结构正在发生重大变化，从而使得碳排放量大幅减少，达到了一个可接受的水平。其中，服务业仍是最重要的行业，而工业则是由技术密集型企业组成。

2.2.2.2 绿色增长理论

经济学家皮尔斯认为，通过采用绿色经济模式，我们才有机会让自然、社区以及国民经济达到均衡经济增长，从而达到整个社会经济建设的目标。他还强调，坚守绿色经济发展模式对于促进长远经济社会发展至关重要，因此，他的理论成果对后世起到了重要的指导作用。根据 OECD 的定义，绿色增长旨在通过维护各种资源，并以此来促进可持续发展的经济社会进步，以及促进国民经济增长与整个社会兴旺。因此，我们应该以此作为基础，努力实现全球的共赢。“绿色增长”旨在实现可持续的社会福利、提高人类健康状况、提高就业机会以及缓解资源分配问题，它既需要我们注重可持续的经济社会增长，又要避免生物多样性的丢失，以及不可持续地利用自然资源。当全球范围内的经济发展模式正朝着绿

色发展的方向发展，我们不仅需要抛弃旧的经济发展模式，而且还需要改革现行的经济发展模式，以及不断提升的技术水平，以及更加先进的制造技术，以及更加可持续的发展模式，以实现“经济社会”“资源”与“环境”的协同发展，实现人与自然的共赢，实现全球的可持续性。

2.3 我国数字金融对碳减排作用机理分析

2.3.1 数字金融发展对碳减排的直接作用机理分析

数字金融是传统金融业在数字技术日渐成熟的背景下主动进行数字化转型所尝试的一种新的金融形式，其依托大数据、云计算、人工智能等新型数字技术发展壮大的，相较于传统金融，数字金融克服了交易成本高、服务门槛高、金融资源缺乏以及地区分配布局等问题，降低了金融服务门槛，扩大了金融服务覆盖方位，为中小微企业和低收入群体提供了更加个性化、便捷化的金融服务，助力于企业的生产经营活动和个人生活的高质量发展。金融服务的网上办理简化了金融机构办事流程，也避免了客户上门所产生的各种资源浪费，体现了数字金融绿色化服务的特点。数字金融的发展更有利于金融机构对客户信息的收集与整理，从而为客户定制个性化服务，同时在提供融资服务时，降低绿色企业的融资门槛，使金融资源向环境友好型企业倾斜，实现金融资源的绿色化配置，从而降低碳排放。此外，近年来我国碳交易市场正式启动，碳排放指标成为各企业生产经营不容忽视的一个重要指标，碳交易市场的发展脱离不了金融业的发展框架，而依靠数字金融，碳交易市场的信息披露、交易定价等方面问题则会得到有效解决，从而降低碳交易成本，提高市场效率，从而抑制碳排放量的增加。基于该分析，提出假说 H1。

H1：数字金融发展能够有效抑制碳排放。

2.3.2 数字金融发展对碳减排的间接作用机理分析

在对碳排放量影响因素的研究中，金贵朝等（2023）研究发现，产业结构调整能够有效地抑制区域碳排放量；陈宇斌等（2022）指出政策提出以及绿色创新能有效抑制碳排放。

一方面，数字金融发展可以通过政策指引、金融资源配置等方式促进产业结构的升级优化，促进绿色产业的发展，从而抑制碳排放量的增加。随着中央政府积极投入到实施可持续的金融政策中，政策层面的变革更加明确，以促进经济的可持续性和可持续性，政策层面的变革，包括：给予绿色金融政策更多的支持，给予更多的财政补贴，以及针对重污染、高排放等问题的融资支持，以此来促进产业的可持续性和可持续性。金融业的数字化转型也会加快其他各产业的数字化转型。此外，数字技术的飞快发展使各产业在数字化转型过程中催生出“数字经济”这一新经济形态，为我国绿色、高质量发展提供了强有力的发展动力。

另一方面，卢建霖等（2023）等研究发现，数字金融能够通过缓解金融错配或加速人力资源积累正向影响绿色创新。通过应用大数据、云计算、人工智能等前沿科学，数字金融不仅极大地改善了金融市场的监管，还极大地减少了金融错配，让那些拥有巨大发展前景的、拥抱变革的企业获得了融资机会，推动了环保和科学的创新。同时数字金融的发展可以提高信贷资金的可获得性，加速人力资源积累，通过吸纳更多高素质人才、创新型人才的加入，提升区域绿色创新水平，推动绿色技术的推广和应用，从而抑制碳排放的增加。

基于以上分析，提出假设 H2 和 H3。数字金融对碳排放的作用机制，如下图 3-1 所示。

H2：数字金融可通过优化产业结构抑制碳排放。

H3：数字金融可通过提高绿色创新水平抑制碳排放。

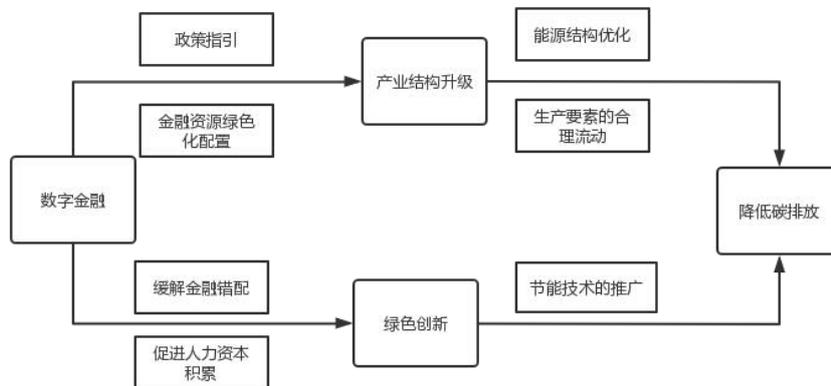


图 3-1 数字金融对碳排放的作用机制

2.4 本章小结

在本章内容中，首先对数字金融、碳排放、产业结构优化升级以及绿色技术创新的概念进行了界定。其次对数字金融和碳排放的相关理论进行了收集与梳理，从而从金融功能理论、信息不对称和交易成本理论、长尾理论、包容性增长理论出发，对数字金融的内涵、发展意义进行了阐释，又用 P 曲线理论和绿色增长理论对碳排放的发展趋势以及影响因素进行了一定程度地解释和分析。最后，基于上述的概念界定和理论分析，完成数字金融对碳排放的直接作用机理和间接作用机理的分析，并提出相关假设，便于后文实证研究的展开与完成。

3 数字金融水平与碳排放的发展现状

3.1 数字金融发展现状分析

目前,尚无一种可以准确衡量数字金融发展程度的完整标准,因此,我们在研究工作中,特别借助了北京数字金融研究服务中心和蚂蚁科技合作测出的北大数字普惠金融指数,以更加准确地反映数字金融的发展。表 3-1 表列出的我国 30 个省份(直辖市、自治区)的北大数字普惠金融。

从时间趋势上来看。2011 年到 2019 年我国各省级地区的数字金融发展水平表现出明显的上升趋势。从 2011 年开始,全国数字金融指数的平均水平一路攀升,从 40.8 一路飙升,最终达到 324.7,相比之前的数据,其涨幅接近 8 倍。这说明当前全国各地都非常重视数字金融的发展,数字金融的传播范围、使用深度和普惠金融的数字化水准都有显著的改善,而且造福于广大群众,得到社会的认可和支持。在我国,数字金融发展有着强有力的发展动力。

2019 年,随着全球金融市场的不断变化,全国各省市的数字普惠金融指数也有了显著的变化。其中,北京、广东、上海市、浙江的指数最高,分别达到了 399.0、360.6、410.3 和 387.5,而甘肃、宁夏、青海等边疆地区的指数则更是突出,分别达到了 289.1、292.3 和 282.6。这说明全国各省市的数字金融发展水平正逐步提升,特别是在中国经济发展的大中城市,比如北京、上海市、天津市、江苏、浙江和上海市,更是取得了显著的进步。数字金融的区域分布存在显著的地区性差异,特别是在东部地区。2011 年,数字普惠金融指数的最低点和最高点之间的差异为 61.7,然而在 2019 年,该数值已经上升至 121.1,显示出数字金融的区域性分布差异在不断增长。

表 3-1 北大数字普惠金融指数

地区	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
安徽	33.1	96.6	150.8	180.6	211.3	228.8	271.6	303.8	330.3
北京	79.4	150.7	215.6	235.4	276.4	286.4	329.9	368.5	399.0
福建	61.8	123.2	183.1	202.6	245.2	252.7	299.3	334.4	360.5
甘肃	18.8	76.3	128.4	159.8	199.8	204.1	243.8	266.8	289.1
广东	69.5	127.1	184.8	201.5	241.0	248.0	296.2	331.9	360.6

续表 3-1

地区	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
广西	33.9	89.4	141.5	166.1	207.2	223.3	261.9	289.2	309.9
贵州	18.5	75.9	121.2	154.6	193.3	209.5	251.5	276.9	293.5
海南	45.6	102.9	158.3	179.6	230.3	231.6	275.6	309.7	328.8
河北	32.4	89.3	145.0	160.8	199.5	214.4	258.2	282.8	305.1
河南	28.4	83.7	142.1	166.7	205.3	223.1	266.9	295.8	322.1
黑龙江	33.6	87.9	141.4	167.8	209.9	221.9	256.8	274.7	292.9
湖北	39.8	101.4	164.8	190.1	226.8	239.9	285.3	319.5	344.4
湖南	32.7	93.7	147.7	167.3	206.4	217.7	261.1	286.8	310.9
吉林	24.5	87.2	138.4	165.6	208.2	217.1	254.8	276.1	292.8
江苏	62.1	122.0	181.0	204.2	244.0	253.8	297.7	334.0	361.9
江西	29.7	91.9	146.1	175.7	208.4	223.8	267.2	296.2	319.1
辽宁	43.3	103.5	160.1	187.6	226.4	231.4	267.2	291.0	311.0
内蒙古	28.9	91.7	146.6	172.6	214.6	229.9	258.5	271.6	293.9
宁夏	31.3	87.1	136.7	165.3	214.7	212.4	255.6	272.9	292.3
青海	18.3	61.5	118.0	145.9	195.2	200.4	240.2	263.1	282.6
山东	38.6	100.4	159.3	181.9	220.7	232.6	272.1	301.1	327.4
山西	33.4	93.0	144.2	167.7	206.3	224.8	260.0	283.7	308.7
陕西	41.0	98.2	148.4	178.7	216.1	229.4	266.8	295.9	322.9
上海	80.2	150.8	222.1	239.5	278.1	282.2	336.7	377.7	410.3
四川	40.2	100.1	153.0	173.8	215.5	225.4	267.8	294.3	317.1
天津	60.6	123.0	175.3	200.2	237.5	245.8	284.0	316.9	344.1
新疆	20.3	82.5	143.4	163.7	205.5	208.7	248.7	271.8	294.3
云南	24.9	84.4	137.9	164.1	203.8	217.3	256.3	285.8	303.5
浙江	77.4	146.4	205.8	224.5	264.9	268.1	318.1	357.4	387.5
重庆	41.9	100.0	159.9	184.7	221.8	233.9	276.3	301.5	325.5
平均值	40.8	100.7	156.7	180.9	221.1	231.3	272.9	301.1	324.7

数据来源：北大普惠金融指数。

3.2 碳排放现状分析

根据中国碳核算数据库所公布的数据，可得我国 30 份省份 2011 年—2019 年碳排放数据，具体如表 3-2 所示。

表 3-2 我国 2011—2019 年省级碳排放数据（单位：百万吨）

地区	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
安徽	315.39	355.91	387.18	380.79	392.85	380.18	397.02	392.43	398.96
北京	94.73	95.94	86.69	88.98	83.39	74.94	70.06	70.60	70.61
福建	210.15	208.53	203.57	229.16	234.47	217.15	232.92	254.14	275.97
甘肃	169.69	173.75	181.47	180.47	176.58	169.72	173.99	182.50	185.44
广东	501.36	486.70	493.09	500.65	497.95	506.86	533.20	557.28	568.98
广西	173.34	192.85	189.77	183.50	173.23	182.48	193.85	209.37	226.59
贵州	268.69	287.21	314.25	319.61	327.57	348.36	340.34	291.72	289.24
海南	52.97	54.24	51.97	58.85	65.35	62.26	60.75	63.83	66.10
河北	623.46	642.31	657.72	624.59	639.37	614.57	541.90	595.29	593.43
河南	654.10	545.87	594.42	557.53	537.07	536.84	557.62	498.13	464.00
黑龙江	381.24	393.33	363.48	350.35	347.80	365.37	355.33	338.79	341.14
湖北	321.88	311.39	252.92	251.82	252.88	253.98	266.93	258.02	282.36
湖南	269.56	275.30	266.33	255.97	250.52	265.51	275.97	243.25	242.06
吉林	264.67	265.30	237.29	234.97	218.85	214.18	214.52	193.87	197.77
江苏	613.11	619.99	638.44	621.07	634.16	653.12	645.05	644.97	636.58
江西	144.75	146.46	162.19	165.47	170.41	176.67	179.01	183.40	186.18
辽宁	524.47	543.27	529.86	520.81	502.37	508.94	515.65	560.66	628.03
内蒙古	740.52	788.69	783.74	806.00	753.80	754.62	765.07	857.57	972.79
宁夏	190.95	188.57	187.76	195.22	193.38	189.72	226.24	235.93	251.90
青海	50.10	58.56	70.83	62.53	44.05	53.15	48.68	49.06	45.28
山东	976.56	1007.56	944.49	997.83	1052.18	1096.72	1101.80	1220.03	1244.71
山西	766.12	854.67	1499.06	1552.01	1474.50	1433.11	1521.41	1650.24	1700.04

续表 3-2

地区	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
陕西	344.52	405.13	482.84	502.04	529.36	590.05	637.83	576.35	611.59
上海	170.60	168.52	181.78	156.55	161.65	158.23	156.58	151.47	159.50
四川	280.38	289.71	277.51	298.40	253.58	250.14	229.76	255.30	276.56
天津	149.14	143.14	151.03	143.93	135.11	130.35	132.15	138.36	137.72
新疆	286.31	333.44	336.34	366.26	379.09	410.85	452.26	480.95	519.31
云南	187.81	195.47	195.78	187.77	178.65	184.54	198.22	205.48	172.11
浙江	398.62	383.59	387.56	380.79	381.50	379.18	401.44	401.66	419.15
重庆	150.71	149.36	134.28	139.12	139.19	142.18	127.77	123.80	125.67
平均 值	342.53	352.16	374.79	377.10	372.70	376.80	385.11	396.15	409.66

数据来源：中国碳核算数据库。

根据表 3-2 可知，2011 年到 2019 年我国碳排放水平总体上呈上升趋势，碳排放平均值由 2011 年的 342.53 上升到 2019 年的 409.66，上升了近 20 个百分点。但是我国内部各地区碳排放量的发展情况较为复杂，本文按 2019 年碳排放量总额的不同，将各地区进行分类，结果如表 3-4 所示。

表 3-3 2019 年我国各省碳排放量情况（按碳排放总量划分）

碳排放量（百万吨）	地区
$CO_2 > 1000$	山西、山东
$700 < CO_2 \leq 1000$	内蒙古
$400 < CO_2 \leq 700$	广东、河北、河南、江苏、辽宁、陕西、新疆、浙江
$100 < CO_2 \leq 400$	安徽、福建、甘肃、广西、贵州、黑龙江、湖北、湖南、吉林、江西、宁夏、上海、四川、天津、云南、重庆
$CO_2 \leq 100$	北京、海南、青海

从碳排放量来看，由表 3-3 可知，在 2019 年，我国各地区碳排放量情况极

度不平衡，作为矿产资源大省的山西和以工农业为主的山东，其碳排放量均超过 10 亿吨，远超我国同期的平均水平 4.0966 亿吨，而我国大部分地区的碳排放量均居于 1 亿到 4 亿吨区间，如安徽、福建等地，仅北京、海南和青海地区年碳排放量在 1 亿吨以下，而这三个地区的支柱产业均是第三产业。

从碳排放变化趋势来看，我国仅个别地区的碳排放量的变化呈较为明显的下降趋势，如河北、河南、黑龙江、湖南、湖北、吉林等省份，而其他大多数省份的碳排放量均呈现明显的上升趋势，也有个别地区碳排放量变化较小，如天津、青海等地。

从上述情况可以看出，我国碳排放的发展不容乐观，总体上还处于上升趋势，且个别省份碳排放量巨大，我国的碳减排事业仍任重而道远，因此我国需要积极采取有效措施，调动各方面力量，提高我国绿色科技创新水平，发展绿色科技，推动我国的产业绿色化转型，同时加强我国生态环境保护措施，积极推出各项科学、合理的政策，促进我国碳减排事业的稳健发展。

3.3 本章小结

本章主要通过选取相关指标我国 30 个省级地区的数字金融发展水平和碳排放水平进行衡量和分析。对于数字金融水平的衡量，本章采用了北京大学数字金融研究中心与蚂蚁科技联合编制的数字普惠金融指数这一评价指标，对于碳排放的衡量则采用了中国碳核算数据库（CEADS）所测度收集的二氧化碳排放量数据。基于上述数据的收集、整理与分析对我国各地区的数字金融发展水平和碳排放发展现状进行分析发现：在数字金融发展方面，我国各地区在 2011-2019 年间，数字金融水平得到了显著的提升，各地区数字金融的平均发展水平增长了近 7 倍，但是东部地区数字金融水平与中西部地区数字金融水平之间的差距在不断拉大；在碳排放方面，我国碳排放量一直处于平和增长状态，个别年份的碳排放量甚至有所下降，但是各地区的碳排放水平极其不均衡。

4 数字金融对碳减排影响的实证分析

4.1 研究设计

4.1.1 模型设计

本章主要研究我国数字金融对碳减排的直接影响和作用机制。基于前文的理论分析，设定如下基准回归模型和中介效应模型进行实证检验。

4.1.1.1 基准回归模型

根据前文的理论机制分析可知，数字金融可以借助一系列新兴技术创新金融产品，扩大金融服务范围，提高金融服务的效率和质量，降低金融服务门槛，同时通过金融资源的绿色化配置以及解决碳交易相关问题，为我国低碳事业的发展提供新的路径和新模式，从而影响我国的碳排放水平。此外，根据现有的研究可知，区域经济发展水平、对外开放程度以及收入分配等也是影响碳排放的重要因素。因此，本文在构建数字金融影响碳排放水平的模型中，对相关因素进行了一定的控制，最后设定如下检验模型：

$$E_{it} = \alpha_0 + \beta_1 DIFI_{it} + \beta_2 ECO_{it} + \beta_3 OPEN_{it} + \beta_4 DI_{it} + \mu_{it} \quad (4-1)$$

$$E_{it} = \alpha_0 + \beta_1 CB_{it} + \beta_2 ECO_{it} + \beta_3 OPEN_{it} + \beta_4 DI_{it} + \mu_{it} \quad (4-2)$$

$$E_{it} = \alpha_0 + \beta_1 UD_{it} + \beta_2 ECO_{it} + \beta_3 OPEN_{it} + \beta_4 DI_{it} + \mu_{it} \quad (4-3)$$

$$E_{it} = \alpha_0 + \beta_1 DL_{it} + \beta_2 ECO_{it} + \beta_3 OPEN_{it} + \beta_4 DI_{it} + \mu_{it} \quad (4-4)$$

式（4-1）为数字金融对碳排放的直接效应检验模型。以上公式中， E_{it} 代表 30 个省市碳排放量， $DIFI$ 为数字金融指数， α_0 、 β 和 μ_{it} 分别为截距项、系数与残差项， i 和 t 分别表示所在区域和年份。

4.1.1.2 中介效应模型

根据前文理论机制分析可知，一方面数字金融的发展可以通过政策以及资金配置影响产业结构的优化升级，从而进一步影响能源消费需求，最终对碳排放产生影响；另一方面，数字金融发展可以通过政策指引、资金配置等方式促进区域绿色技术创新水平的提高，而绿色技术的推出与应用会导致碳排放水平的降低。为检验数字金融影响碳排放的产业结构升级机制以及绿色技术创新机制，本站采用中介效应分析模型对其进行检验，详细模型设定如下：

$$E_{it} = \alpha_0 + \beta_1 DIFI_{it} + \beta_3 ECO_{it} + \beta_4 OPEN_{it} + \beta_5 DI_{it} + \mu_{it} \quad (4-5)$$

$$SD_{it} = \alpha_0 + \beta_1 DFI_{it} + \beta_2 ECO_{it} + \beta_3 OPEN_{it} + \beta_4 DI_{it} + \mu_{it} \quad (4-6)$$

$$E_{it} = \alpha_0 + \beta_1 DIFI_{it} + \beta_2 SD_{it} + \beta_3 ECO_{it} + \beta_4 OPEN_{it} + \beta_5 DI_{it} + \mu_{it} \quad (4-7)$$

$$GTI_{it} = \alpha_0 + \beta_1 DFI_{it} + \beta_2 ECO_{it} + \beta_3 OPEN_{it} + \beta_4 DI_{it} + \mu_{it} \quad (4-8)$$

$$E_{it} = \alpha_0 + \beta_1 DIFI_{it} + \beta_2 GTI_{it} + \beta_3 ECO_{it} + \beta_4 OPEN_{it} + \beta_5 DI_{it} + \mu_{it} \quad (4-9)$$

式(4-5) - (4-7)为数字金融促进碳减排的产业结构升级机制检验模型,式(4-5)检验数字金融对碳排放的作用效果,式(4-6)检验数字金融对产业结构的作用效果,式(4-7)检验产业结构对碳排放的作用效果;式(4-5)、(4-8)、(4-9)为数字金融促进碳减排的绿色技术创新机制检验模型,式(4-8)检验数字金融对绿色技术创新的作用效果,式(4-9)检验绿色技术创新对碳排放的作用效果。

4.1.2 变量设定及说明

4.1.2.1 被解释变量

由于研究的是数字金融与碳减排之间的关系,故本章选择碳排放作为被解释变量,由于碳排放包括二氧化碳排放、氮气排放、氢气排放等多气体等,但由于大气中多数气体难以捕捉,数据难以获取,因此本文选取二氧化碳作为碳排放的指标,而二氧化碳排放量数据直接采用中国碳核算数据库(CEADS)提供的数据。同时,为了消除数据趋势波动的影响,对二氧化碳排放量作取自然对数处理。

4.1.2.2 解释变量

本文所设计的模型中,解释变量为区域数字金融发展水平。近年来,互联网的普及以及数字技术的不断发展,为金融业的数字化转型提供了肥沃的发展土壤,在对数字金融的研究中,选取相关指标衡量数字金融发展水平已成为普遍做法,目前数字金融发展水平的衡量方法分为单一指标法和综合指数法,由于单一指标法对数字金融发展水平的测度缺乏全面性,故普遍采用综合指数法,而北京大学数字金融研究中心与蚂蚁集团合作编制的北大数字普惠金融指数从多个维度对中国各省份的数字金融发展水平进行评价,得到众多学者的认可和采纳,以此来衡量数字金融发展水平。

4.1.2.3 中介变量

根据前文的理论分析可知，本章的中介变量为区域产业结构（SD）以及区域绿色创新水平（GTI）。区域产业结构采用第三产业占比表示，区域绿色创新水平采用地区绿色发展专利申请数量来衡量。同时为了消除数据趋势波动的影响，对代表产业结构的 GDP 中第三产业占比以及地区绿色发展专利申请数量进行取自然对数处理。

4.1.2.4 控制变量

除了核心解释变量数字金融水平对碳减排存在影响外，其他因素也可能会对碳排放水平产生影响，如果遗漏这些因素，可能会对估计结果造成偏差。基于此，进行回归估计前，要对这部分因素加以控制。借鉴现有文献，选用各区域经济发展水平、对外开放程度以及收入分配水平作为本章的控制变量。

经济发展水平（ECO）：区域经济发展水平是影响该区域碳排放活动的重要因素，中国各地区经济发展存在不平衡不充分的现象，各地区经济发展水平的差异性也会影响各地区碳排放活动。本文采用区域人均国内生产总值表示，同时，为了消除数据趋势波动的影响，对人均实际生产总值作取自然对数处理。

对外开放程度（OPEN）：地区对外开放程度越高，说明与其他区域之间的联系更加密切，可以通过吸收、模仿其它区域的先进技术促进碳减排事业发展。本文参考现有研究，采用外商直接投资金额来进行衡量，同时为了消除数据趋势波动的影响，对外商直接投资金额作取自然对数处理。

收入分配水平（DI）：收入分配影响碳排放的重要因素，收入差距越大，穷人越多，其消费方式和生活方式是从自我需求出发，而不会考虑自身的行为对周围环境造成的负面影响，因此会更多地应用原始的工业技术，造成更多的碳排放。

表 4-1 变量选取和说明

变量类别	变量名称	变量符号	变量说明
被解释变量	碳排放	EM	碳排放量的自然对数
解释变量	数字金融	DIFI	北大数字普惠金融指数的自然对数值
	覆盖广度	CB	数字金融覆盖广度的自然对数值

续表 4-1

变量类别	变量名称	变量符号	变量说明
解释变量	使用深度	UD	数字金融使用深度的自然对数值
	普惠金融数字化程度	DL	普惠金融数字化程度的自然对数值
中介变量	产业结构升级	SD	GDP 中第三产业占比的自然对数值
	绿色技术创新	GTI	绿色专利申请数量的自然对数值
控制变量	经济发展水平	ECO	人均 GDP 的自然对数值
	对外开放水平	OPEN	外商直接投资金额的自然对数值
	收入分配	DI	城乡居民收入之比

4.1.3 数据来源与描述性统计

本章为实证检验数字金融对碳减排的影响，主要选取我国 30 个省（直辖市、自治区）的面板数据作为样本，基于数据的可获得性和完整性，未将西藏地区纳入研究对象，并且将研究的时间跨度选定为 2011 年—2019 年。碳排放数据来源于中国碳核算数据库（CEADS），数字普惠金融数据来源于北京大学数字金融中心发布的历年的《数字普惠金融指数》、各区域经济发展水平、产业结构、收入分配、外商投资、财政支出、专利申报数据来源于 EPS 数据库，绿色专利申请量数据来源于 CNRDS 数据库。各变量的描述性统计结果如下表 4-2 所示。

表 4-2 变量描述性统计

变量	观测值	平均值	标准差	最小值	最大值
E	270	5.65	0.77	3.79	7.44
DIFI	270	5.15	0.67	2.91	6.02
CB	270	4.996	0.827	0.67	5.95
UD	270	5.133	0.646	1.91	6.09
DL	270	5.458	0.716	2.03	6.14
SD	270	3.82	0.19	3.39	4.42
GP	270	8.12	1.39	3.43	11.06

续表 4-2

变量	观测值	平均值	标准差	最小值	最大值
ECO	270	10.81	0.43	9.71	12.01
DI	270	2.62	0.46	1.48	3.98
OPEN	270	6.59	1.37	3.33	9.88

4.2 数字金融对碳减排的直接效应检验

本节主要分析数字金融对碳减排的直接影响效应。具体分析思路如下：首先，在软件 stata16 上。利用省级层面的面板数据分析数字金融对区域碳减排的影响，其次数字金融的不同维度出发，分别研究数字金融的覆盖广度、使用深度以及普惠金融的数字化程度对碳排放的作用效果，不同维度的数字金融体现的侧重点也不一样，对区域碳排放水平的影响也可能存在差异性，然后，采用分样本回归法（将样本分为东、中、西部地区）进行异质性检验，最后对样本数据进行缩尾处理的方法进行稳健性检验。

4.2.1 平稳性检验

在进行基准回归估计前，为防止伪回归，确保估计结果的有效性，本文运用 stata16，采用 llc 检验法对所有变量进行平稳性检验，检验结果如表 4-3 所示

4-3 平稳性检验结果

变量	阶数	LLC	平稳性
E	水平值	-8.3185 (0.0000)	平稳
DIFI	水平值	-4.3683 (0.0000)	平稳

续表 4-3

变量	阶数	LLC	平稳性
CB	水平值	28.621 (1.0000)	非平稳
UD	水平值	0.6454 (0.7407)	非平稳
DL	水平值	-0.2730 (0.3924)	非平稳
SD	水平值	-5.4981 (0.0000)	平稳
GP	水平值	-1.5647 (0.0588)	平稳
DI	水平值	-19.1837 (0.0000)	平稳
ECO	水平值	3.6578 (0.9999)	非平稳
OPEN	水平值	-0.8140 (0.2078)	非平稳

由表中检验结果可知,变量 CB、UD、DL、ECO 和 OPEN 的 P 值均大于 0.1,未通过显著性检验,故存在单位根,说明并非所有变量都是平稳的。因此,进一步进行协整检验,采用协整 kao 检验,检验结果见表 4-4。

表 4-4 协整检验结果

检验	统计量	P 值
Modified Dickey-Fuller t	0.6663	0.2526
Dickey-Fuller t	-2.2703	0.0116
Augment Dickey-Fuller t	1.2006	0.1150
Uadjusted modified Dickey-Fuller t	-1.2664	0.1027
Uadjusted Dickey-Fuller t	-3.6615	0.0001

结果表明，5 项协整检验中由两项的 P 值小于 0.1 通过了 10% 的协整检验，故可在 10% 的水平上拒绝“不存在协整关系”的原假设，所以可以使用原变量直接进行回归。

4.2.2 效应模型的选择

本章采用的是面板数据，需要先进行 Hausman 检验和 F 检验来判断效应模型的选取，结果如表 4-5 所示。

表 4-5 F 检验、豪斯曼检验结果

模型	检验形式	统计量值	P 值
直接效应模型	F 检验	413.17	0.0000
	豪斯曼检验	12.87	0.0120

根据上表可知，所有的检验 P 值均为 0，均拒绝了原假设。通过 F 检验结果，不建立混合效应模型，根据豪斯曼检验结果，建立固定效应模型，同时考虑到解释变量数字金融指数的内生性问题，本章采用双向固定效应模型缓解内生性担忧。综上，本章实证分析建立固定效应面板模型。

4.2.3 回归结果分析

表 4-6 报告了各省（直辖市、自治区）数字金融及其各个维度对区域碳排放水平影响的回归结果，其中模型（1）的解释变量是数字金融指数，模型（2）的解释变量为数字金融的覆盖广度，模型（3）的解释变量为数字金融的使用深度，

模型（4）的解释变量为普惠金融的数字化程度。

表 4-6 数字金融对区域碳排放影响的回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
变量	E	E	E	E
DIFI	-1.291*** (-3.58)			
CB		-0.0764 (-0.48)		
UD			-1.192*** (-4.89)	
DL				0.0670 (0.26)
ECO	-0.569*** (-3.21)	-0.756*** (-4.23)	-0.777*** (-4.76)	-0.779*** (-4.56)
OPEN	0.404*** (7.53)	0.333*** (6.47)	0.484*** (8.36)	0.329*** (6.50)
D	-0.0228 (-0.19)	0.000830 (0.01)	-0.0951 (-0.80)	0.00302 (0.02)
_cons	15.85*** (7.65)	12.01*** (6.64)	17.23*** (8.47)	11.53*** (4.96)
N	270	270	270	270
adj. R2	0.148	0.106	0.181	0.105
F	14.65	10.96	17.90	10.91

注：***、**和*分别表示在 1%、5%和 10%水平上显著；括号中的数值为 t 统计量。

由表 4-6 中的回归结果可知，模型（1）中，数字金融的回归系数为-1.291，且通过了 1%的显著性检验，这表明，在我国数字金融发展水平的提升会抑制碳排放的增长，有利于碳减排事业的发展。此外在模型（2）（3）、（4）中，变

量 CB、UD 以及 DL 的系数分别为-0.0764、-1.192、0.0670，表明数字金融覆盖广度以及使用深度的提高有利于促进碳减排，而普惠金融数字化程度的提高则在一定程度上不利于碳减排的发展，因为数字技术的应用意味着能源消耗的增加，进而会导致碳排放的增加。

4.2.4 异质性分析

由于我国国土面积大，不同区域的发展具有一定的差异性，数字金融对区域碳排放的影响也存在一定的差异。因此，本节采用分样本回归法，将样本数据中 30 个省份（直辖市、自治区）按东、中、西部地区分为三类分别进行回归，以此检验数字金融对碳排放的作用效应，检验结果如表 4-7 所示。

表 4-7 异质性检验结果

	东部地区	中部地区	西部地区
变量	E	E	E
DIFI	-2.968*** (-5.58)	-0.830 (-0.72)	0.502 (0.73)
ECO	-1.461*** (-5.54)	-0.245 (-0.78)	-0.110 (-0.24)
OPEN	1.032*** (11.47)	-0.300* (-1.74)	0.225** (2.60)
D	-0.638*** (-3.61)	1.649*** (6.17)	0.195 (0.68)
_cons	31.12*** (11.76)	10.59* (1.78)	2.179 (0.39)
N	108	81	81
adj. R2	0.564	0.263	0.025
F	37.62	10.15	3.523

由表 4-7 可知，东部省份数字金融发展对碳排放有显著的抑制作用，且通过

了1%的显著性检验，中部省份数字金融发展对碳排放有负向作用，西部省份数字金融发展对碳减排有正向作用，中、西部省份回归结果均不显著。造成空间异质性的主要原因可能是我国东部地区的各个省份经济发展水平明显较高，有着更高的对外开放水平以及科技创新水平，政策上也更为注重数字金融的应用以及经济的绿色发展，数字金融发展的不确定性以及风险性较低，因此，东部地区各省份的数字金融能够明显地抑制碳排放的增长。同时，由于我国大力推行西部大开发战略以及中部地区崛起战略，中西部地区把握住此次发展浪潮，各地区的基础设施水平得到显著提升，并且移动互联网设施的完善使广大人民群众能够享受到数字金融发展带来的便利，为各地区数字金融的发展奠定了良好的发展基础，因而中西部地区数字金融发展具有一定的后发优势。

4.2.5 稳健性检验

为了确保实证结果的稳健性，本研究采用对样本数据进行处理后的稳健性检验方法进行检验。本节采用缩尾法对样本数据缩尾1%进行稳健性检验，检验结果如表4-8所示，解释变量DIFI的系数为-1.844，且在1%的检验水平下显著，表明数字金融发展可以有效地抑制碳排放的发展，与前文的实证结论相一致，故结论稳健可靠。

表 4-8 稳健性检验结果

变量	(1) E
DIFI	-1.877*** (-4.96)
ECO	-0.189 (-1.03)
OPEN	0.355*** (6.26)
D	0.115 (0.93)
_cons	14.76*** (6.97)
N	252
adj. R2	0.124
F	11.90

4.3 数字金融对碳减排的间接效应检验

从本研究的作用机理分析部分可知,数字金融发展可以通过优化产业结构、提升绿色技术创新水平来影响碳排放量的增加,为验证该作用机理是否真实有效,本研究构建了中介效应模型进行回归分析,采用 stata16 对样本数据进行回归处理后,得到回归结果如表 4-9、表 4-10 所示。

4.3.1 产业结构升级效应检验

表 4-9 中列 (1)、(2)、(3) 为产业结构升级的中介效应回归结果。由表内数据可知,列 (1) 中 DIFI 的回归系数为-1.291,且通过了 1% 的显著性检验,表示数字金融发展对碳排放起到抑制作用,与前文直接效应检验结果相一致,进一步确保了实证结果的稳健性。列 (2) 数字金融对产业结构的回归结果中,

数字金融的回归系数为 16.12，也通过了 1% 的显著性检验，说明了数字金融发展可以有效且显著地促进产业结构的升级优化。列（3）中 SD 的系数为 -0.0424，在 1% 的显著性水平下显著，验证数字金融可以通过促进产业结构升级，从而抑制碳排放这一传导机制，验证了假说 H2。

表 4-9 产业结构升级的中介效应

变量	(1)	(2)	(3)
	E	SD	E
DIFI	-1.291*** (-3.58)	16.12*** (4.64)	-0.609* (-1.77)
SD			-0.0424*** (-7.16)
ECO	-0.569*** (-3.21)	9.931*** (5.82)	-0.148 (-0.86)
OPEN	0.404*** (7.53)	-0.534 (-1.03)	0.381*** (7.75)
D	-0.0228 (-0.19)	3.488*** (3.02)	0.125 (1.12)
_cons	15.85*** (7.65)	-149.6*** (-7.49)	9.510*** (4.55)
N	270	270	270
adj. R2	0.148	0.340	0.287
F	14.65	37.69	24.28

4.3.2 绿色技术创新效应检验

表 4-10 中列（1）、（2）、（3）为绿色技术创新中介效应的回归结果。其中列（1）与表 4-9 中列（1）回归结果相同，由列（2）可知，数字金融对绿

色技术创新的回归结果中，数字金融的回归系数为 0.554，且回归系数显著，表明数字金融的发展对绿色技术创新能起到明显的正向促进作用。从列（3）中回归结果可知绿色技术创新水平的提升对碳排放并未起到抑制作用，这可能是由于：一方面本研究采用绿色专利申请数量作为衡量绿色技术创新水平的指标，指标选取上并不能准确地反映反映绿色技术创新水平，因为绿色专利申请数量当中也包含一部分并不符合绿色专利评价标准的专利，从而影响了回归结果的准确性；另一方面，科学技术的应用和推广会促进智能机械生产取代人工，这一进极大地导致导致社会能源消耗的增加，进而推动碳排放量的增加，而绿色技术创新水平的提高能在一定程度上减缓科学技术水平对碳排放的正向影响，但总体上仍会导致碳排放的增加。

表 4-10 绿色技术创新的中介效应

变量	(1)	(2)	(3)
	E	GTI	E
DIFI	-1.291*** (-3.58)	0.554* (1.70)	-1.421*** (-4.00)
GTI			0.234*** (3.47)
ECO	-0.569*** (-3.21)	-0.514*** (-3.20)	-0.449** (-2.54)
OPEN	0.404*** (7.53)	0.917*** (18.86)	0.189** (2.34)
D	-0.0228 (-0.19)	0.152 (1.40)	-0.0583 (-0.49)
_cons	15.85*** (7.65)	4.381** (2.33)	14.82*** (7.24)
N	270	270	270
adj. R2	0.148	0.739	0.183
F	14.65	193.2	14.63

4.4 本章小结

本章通过设计数字金融对碳减排影响的实证模型，在采集相关样本数据后，运用 stata16 对样本数据进行回归，对基准回归模型以及中介效应模型的实证结果进行分析，得出三点结论：1、我国数字金融发展能有效抑制碳排放增长；2、数字金融发展可以通过产业结构的优化升级这一作用路径进而抑制碳排放增长；3、数字金融发展能有效地促进绿色技术创新水平的提高，但绿色技术创新水平在抑制碳排放方面的效果并不理想。同时，通过区域异质性检验发现数字金融发展抑制碳排放这一作用在我国东部地区显著，但在中、西部地区并不显著。

5 结论与政策建议

5.1 主要结论

本文基于所收集到的中国 30 个省份 2011—2019 年的面板数据,对我国数字金融发展以及碳排放发展现状进行分析,并通过面板数据模型(双向固定效应模型)、中介效应模型实证分析了“数字金融对碳排放强度的影响及传导机制”,运用分样本回归法对实证结果进行异质性分析。本文的主要研究结论如下:

(一)近几年我国数字金融发展迅速,但各地区差距在拉大。在 2011 到 2019 年期间,我国各地区数字金融发展水平实现了倍数增长,甚至部分地区 2019 年数字金融水平是 2011 年数字金融水平的 10 倍,数字金融的覆盖广度和使用深度以及普惠金融的数字化程度得到极大地提升,惠及广大人民群众。但是各地区数字金融水平差距也在逐渐拉大,东部地区数字金融发展明显优于中西部地区。

(二)数字金融能够有效抑制碳排放的增加。在双向固定效应模型下,数字金融的回归系数为-1.291,且通过了 1%的显著性检验,表明每提升 1%的数字金融水平,就能使碳减排水平提高 1.291%。同时,数字金融能够通过提高数字金融的覆盖范围、使用深度,降低金融服务门槛,推动金融资源的绿色化配置,同时解决碳交易相关问题,降低碳交易成本,解决信息不对称问题,促进碳交易市场的健康有序发展,从而抑制碳排放。

(三)数字金融可通过优化产业结构从而达到抑制碳排放的效果。在数字金融对碳排放的作用路径中,数字金融能够通过政策指引和金融资源的绿色化配置,从而有效地推动我国的产业结构优化升级进程,并进一步优化区域能源结构,实现生产要素的合理流动,最终达到碳减排的目的。

(四)数字金融的发展可以有效地推动绿色创新水平的提升。数字金融的发展能够通过相关绿色政策的导向作用,促进金融资源流向绿色技术创新活动。一方面,数字金融的发展能够有效解决金融错配问题,推动资金供给方与需求方相匹配,从而缓解绿色技术创新过程中的资金压力;另一方面,数字金融对降低对绿色产业的金融服务门槛,能促进人才向绿色创新领域的集聚,推动相关企业人力资本积累,创新型人才的聚集能够极大地激活绿色创新活动,推动区域绿色创新水平的提升。但是,绿色技术创新对碳排放的作用,在本文的实证研究中,并

未呈现出显著的抑制作用，造成这一结果的可能因素有两点：一是指标的选取并不能十分确切地反映绿色技术创新水平；二是技术进步对碳排放的促进作用十分显著。绿色技术创新属于技术创新的一种，其追求可持续发展。然而技术进步会导致能源消费结构的变化，机械代替人工，使各产业的能源消耗增加，从而会导致碳排放的增加。而目前的绿色技术创新只能缓解这一过程，尽量降低技术进步对碳排放的正向促进作用。

5.2 政策建议

基于上述结论，提出以下政策建议：

（一）提高数字金融的普惠性。加大数字普惠金融的发展力度，提高金融服务的覆盖广度、使用深度和数字化程度，降低人民群众对金融服务的接触门槛，提供便捷化的金融服务，促使金融资源更多地流向经济发展落后的群体，通过金融资源的合理配置改善人民的生活水平潜移默化地改变人们的生活、消费方式由原来的粗犷型向绿色节约型转变，从而促进碳排放量的减少。

（二）发挥政府的调控作用，大力发展绿色信贷和绿色投资。政府可以发布相关绿色信贷和绿色投资的优惠政策，例如对相关金融机构对绿色产业发展以及绿色创新活动的金融支持行为给予财政补贴、税收减免政策等，促使金融资源的绿色化配置，金融资源更多地流向资源节约、环境友好型行业，推动该行业提高其绿色创新能力，发展绿色生产技术，降低其生产经营活动所产生的碳排放，同时也促使其他行业的绿色化转型升级。

（三）优化产业结构，大力发展第三产业。通过经验和实证检验结果发现，优化产业结构是推动我国碳减排事业发展的重要动力，产业结构优化升级不仅可以扩大就业领域和就业机会，还能够转变经济增长动力，由原来的资源驱动型增长转向可持续性增长，打造低碳、环保的经济发展模型。因此要大力推进产业结构的优化升级，大力发展新兴产业，推动传统产业的绿色转型，鼓励绿色创新，加强知识产权保护，加快发展服务业尤其是现代服务业。

（四）推动促进地区间数字金融的协同发展。利用数字技术，可以跨越地域特点，通过数字金融，可以打破地域的局限，促进中西部地区的平等发展机会，使中西部地区的企业能够更平等地参与到金融和产业发展中。为了促进中西部地

区的数字经济发展，政府应该积极投入资源，完善相关的基础设施，构筑区域性的支付和服务机制，并利用先进的科学技术，为贫困地区提供更多的便利，以实现经济社会的可持续增长。为了促进中西部地区的经济社会可持续发展，我们应该积极投入更多的财政、技术、管理、法律、信息、教育、社会保障、社会保障、社会治安、社会保障体系建设，同时，要积极推动中西部地区的经济社会可持续发展，努力建立健全的经济社会体系，推动中西部地区的经济社会可持续健康。

（五）优化数字金融支持绿色技术创新的渠道。数字金融支持绿色技术创新的优势是可以整合绿色技术创新的多个方面，包括绿色技术研发、生产、推广和应用等，而且能够把绿色技术创新从单一主体拓展到多主体。数字金融支持绿色技术创新的主要路径有两个：一是通过金融科技等数字技术手段，打通企业与金融市场、企业之间的信息不对称，实现资金供需双方的有效匹配，并通过大数据分析等手段对企业的生产经营活动进行实时监测和精准评估，对绿色技术创新提供精准支持。二是通过数字金融手段为企业提供更多样化的融资服务，将间接融资与直接融资相结合，为绿色技术创新提供资金保障。

（六）提高绿色专利申请标准，以绿色技术助力生态保护。绿色技术创新是中国生态文明建设的重要战略选择。在生态文明建设的过程中，绿色技术创新发挥着不可或缺的重要作用。为实现可持续发展，生态文明建设不仅需要以科技创新为依托，而且也需要在此基础上通过知识产权制度来为技术创新提供激励。因此，在绿色技术创新中。要健全和完善绿色专利制度，根据我国经济发展实际和生态保护目标，适时地调整绿色专利评定标准，优化专利审查流程，促使其向标准化、流程化转变，提高绿色专利的申请效率，提高技术的绿色化程度，从而降低技术进步导致的碳排放的增加，强化绿色技术创新对碳排放的抑制作用。

参考文献

- [1] Arner D W, Barberis J N, Buckley R P. The Evolution of Fintech: A New Post-Crisis Paradigm?[J]. Social Science Electronic Publishing, 2015(4):1271-1319
- [2] Arjunwadkar P Y. FinTech: the technology driving disruption in the financial services industry[M]. CRC Press, 2018
- [3] Abiona O, Koppensteiner M F. Financial Inclusion, Shocks, and Poverty: Evidence from the Expansion of Mobile Money in Tanzania[J]. Journal of Human Resources, 2020: 1018-9796R1
- [4] Drasch B J , Schweizer A , Urbach N . Integrating the 'Troublemakers': A taxonomy for cooperation between banks and fintechns[J]. Journal of Economics and Business, 2018(100):26-42
- [5] Frost J, Gambacorta L, Huang Y, et al. BigTech and the changing structure of financial intermediation[J]. Economic Policy, 2019(100): 761-799
- [6] Goldstein I , Jiang W , Karolyi G A .To FinTech and Beyond[J]. The Review of Financial Studies,2019(5): 1647-1661
- [7] Grossman J , Tarazi M . Serving smallholder farmers : recent developments in digital finance[R].Washington, DC: World Bank Group, 2014, CGAP Focus Note. 94
- [8] Grossman,G.M.and Krueger, A. B.,Economic Growth and the Environment. Quarterly Journal of Economics,Vol.110,No.2,1995,pp.353-377
- [9] Hasan M M, Yajuan L, Khan S. Promoting China's inclusive finance through digital financial services[J]. Global Business Review, 2020, 1:23
- [10] Hilton,H.and Levinson,A.Factoring the Environmental Kuznets Curve:Evidence from Automotive Lead Emission.Journal of Environmental Economics and Management.Vol.35,No.2,1998,pp.126-141
- [11] Hau H, Huang Y, Shan H, et al. How FinTech enters China's credit market[C]/AEA Papers and Proceedings. 2019, 109: 60-64
- [12] Lee I , Shin Y J . Fintech: Ecosystem, business models, investment decisions,

- and challenges[J]. *Business Horizons*, 2018(1):35-46
- [13] Lapavitsas C , Santos P . Globalization and Contemporary Banking: On the Impact of New Technology[J]. *Contributions to Political Economy*, 2008(1):31-56
- [14] Lagna A, Ravishankar M N. Making the world a better place with fintech research[J]. *Information Systems Journal*, 2021, 1:42
- [15] Lu L. Promoting SME finance in the context of the fintech revolution: A case study of the UK's practice and regulation[J]. *Banking and Finance Law Review*, 2018: 317-343
- [16] Navaretti G B , Calzolari G , Pozzolz A. Fintech and banks: Friends or foes[J]. *European Economy*, 2017(2): 9-30
- [17] Ping, Xie, Chuanwei, et al. The fundamentals of internet finance and its policy implications in China[J]. *China Economic Journal*, 2016(3):240-252
- [18] Wang Q, Yang J, Chiu Y, et al. The impact of digital finance on financial efficiency[J]. *Managerial and Decision Economics*, 2020(7): 1225-1236
- [19] Wonglimpiyarat J .FinTech banking industry: a systemic approach[J]. *Foresight*, 2017(6):589-601
- [20] Winnefeld C H , Permantier A . FinTech - The digital (R)Evolution in the German Banking Sector?[J]. *Business & Management Research*, 2017(3):65-84
- [21] Zetsche D A , Buckley R P , Barberis J N , et al. Regulating a Revolution: From Regulatory Sandboxes to Smart Regulation[J]. *Fordham Journal of Corporate & Financial Law*, 2018, 23
- [22] Zhang Y, Chen J, Han Y, et al. The contribution of Fintech to sustainable development in the digital age: Ant forest and land restoration in China[J]. *Land Use Policy*, 2021, 103: 105306
- [23] Zeng M, Reinartz W. Beyond online search: The road to profitability[J]. *California Management Review*, 2003,(2): 107-130
- [24] Zinman K J . Expanding Credit Access: Using Randomized Supply Decisions to Estimate the Impacts[J]. *Review of Financial Studies*, 2010(1):433-464

- [25] 北京大学国家发展研究院. 黄益平: 中国的数字金融革命. <http://nsd.pku.edu.cn/sylm/gd/502428.htm>
- [26] 北京大学数字金融研究中心课题组. 数字金融的力量: 为实体经济赋能 [M]. 中国人民大学出版社, 2018
- [27] 北京大学数字金融研究中心课题组, 商业银行互联网战略转型研究 [R]. 北京大学数字金融研究中心, 2016
- [28] 陈胤默, 王喆, 张明. 数字金融研究国际比较与展望 [J]. 经济社会体制较, 2021(01):180-190
- [29] 方宇衡. 我国煤炭产区碳排放影响因素研究——基于改进的 LMDI 模型 [J]. 煤炭经济研究, 2020, 40(12):40-45
- [30] 冯宗宪, 高赢. 中国区域碳排放驱动因素、减排贡献及潜力探究 [J]. 北京理工大学学报 (社会科学版), 2019, 21(4):13-20
- [31] 封思贤, 宋秋韵. 数字金融发展对我国居民生活质量的影响研究 [J]. 经济与管理评论, 2021(01):101-113
- [32] 龚沁宜, 成学真. 数字普惠金融、农村贫困与经济增长 [J]. 甘肃社会科学, 2018(06):139-145
- [33] 高鹏, 邹柏松. 对外贸易增长与碳排放脱钩及其减排效应研究——以长江经济带为例 [J]. 价格理论与实践: 2020(3):22-25, 98
- [34] 何宗樾, 宋旭光. 数字金融发展如何影响居民消费 [J]. 财贸经济, 2020(08):65-79
- [35] 何宗樾, 张勋, 万广华. 数字金融、数字鸿沟与多维贫困 [J]. 统计研究, 2020(10):79-89
- [36] 黄益平, 陶坤玉. 中国的数字金融革命: 发展、影响与监管启示 [J]. 国际经济评论, 2019(06):24-35+5
- [37] 黄凯南, 郝祥如. 数字金融是否促进了居民消费升级? [J]. 山东社会科学, 2021(01):117-125
- [38] 黄倩, 李政, 熊德平. 数字普惠金融的减贫效应及其传导机制 [J]. 改革, 2019(11):90-101
- [39] 黄海燕, 刘叶, 彭刚. 工业智能化对碳排放的影响——基于我国细分行业

- 的实证[J]. 统计与策, 2021 (17) : 80-84
- [40] 黄卓. 数字金融应该支持实体经济发展[N]. 中华工商时报, 2018-2-6
- [41] 姜旻, 安同良, 陈孝强. 新发展格局下的互联网与数字经济研究——第二届互联网与数字经济论坛综述[J]. 经济研究, 2021, 56 (04) : 198-200
- [42] 李菁, 李小平, 郝良峰. 技术创新约束下双重环境规制对碳排放强度的影响[J]. 中国人口·资源与环境, 2021, 31 (09) :34-44
- [43] 李向前, 贺卓异. 金融科技发展对商业银行影响研究[J]. 现代经济探讨, 2021 (02) :50-57
- [44] 李建军, 韩珣. 普惠金融、收入分配和贫困减缓——推进效率和公平的政策框架选择[J]. 金融研究, 2019 (03) :129-148
- [45] 李向前, 贺卓异. 金融科技发展对商业银行影响研究[J]. 现代经济探讨, 2021 (02) :50-57
- [46] 刘澜飏, 沈鑫, 郭步超. 互联网金融发展及其对传统金融模式的影响探讨[J]. 经济学动态, 2013 (08) :73-83
- [47] 刘孟飞, 蒋维. 金融科技促进还是阻碍了商业银行效率? ——基于中国银行业的实证研究[J]. 当代经济科学, 2020 (03) :56-68
- [48] 刘孟飞, 王琦. 金融科技对商业银行绩效的影响——理论与实证研究[J]. 金融论坛, 2021 (03) :60-70
- [49] 梁琦, 林爱杰. 数字金融对小微企业融资约束与杠杆率的影响研究[J]. 中山大学学报(社会科学版), 2020 (06) :191-202
- [50] 马飞, 胡江艳, 孙启鹏, 徐妍, 尚震, 柯浩楠. 中国省际物流业碳排放绩效测度及驱动因素研究[J]. 生态经济, 2021, 37 (09) :27-33+39
- [51] 马明义, 郑君薇, 马涛. 多维视角下新型省份化对中国二氧化碳排放影响的时空变化特征[J]. 环境科学学报, 2021, 41 (06) : 2474-2486
- [52] 马海良, 张格琳. 偏向性技术进步对碳排放效率的影响研究——以长江经济带为例[J]. 软科学: 1-12[2021-09-13]
- [53] 梅晓红, 葛扬, 康丽. 城市政府行政效率对碳排放的影响——基于高铁和NGO的调节作用[J]. 软科学, 2021, 35 (12) :36-41
- [54] 孟娜娜, 粟勤. 挤出效应还是鲶鱼效应: 金融科技对传统普惠金融影响研

- 究[J]. 现代财经 (天津财经大学学报), 2020(01):56-70
- [55] 邱志刚, 罗煜, 江颖, 伍聪. 金融科技会颠覆传统金融吗? ——大数据信贷的经济解释[J]. 国际金融研究, 2020(08):35-45
- [56] 钱海章, 陶云清, 曹松威, 曹雨阳. 中国数字金融发展与经济增长的理论
与实证[J]. 数量经济技术经济研究, 2020(06):26-46
- [57] 孙继国, 赵俊美. 普惠金融是否缩小了城乡收入差距? ——基于传统和数字的比较分析[J]. 福建论坛 (人文社会科学版), 2019(10):179-189
- [58] 王新利, 黄元生, 刘诗剑. 优化能源消费结构对河北省碳强度目标实现的
贡献潜力分析[J]. 运筹与管理, 2020, 29(12):140-146
- [59] 王诗卉, 谢绚丽. 经济压力还是社会压力: 数字金融发展与商业银行数字
化创新[J]. 经济学家, 2021(01):100-108
- [60] 王永仓, 温涛. 数字金融的经济增长效应及异质性研究[J]. 现代经济探讨,
2020(11):56-69
- [61] 王鑫静, 程钰. 城镇化对碳排放效率的影响机制研究——基于全球 118 个
国家面板数据的实证分析[J], 世界地理研究, 2020, 29(03):503-511
- [62] 王修华, 赵亚雄. 数字金融发展是否存在马太效应? ——贫困户与非贫困
户的经验比较[J]. 金融研究, 2020(07):114-133
- [63] 万建华. 商业银行数字化转型的路径选择[J]. 清华金融评论,
2020(11):87-92
- [64] 吴桐桐, 王仁曾. 数字金融、银行竞争与银行风险承担——基于 149 家中
小商业银行的研究[J]. 财经论丛, 2021(03):38-48
- [65] 徐岚, 徐青松. 从美国经验看“互联网金融”对于国内传统银行业的冲击[J].
上海经济研究, 2014(07):97-101
- [66] 徐伟呈, 范爱军. 数字金融、产业结构调整与经济高质量发展——基于南北
差距视角的研究[J]. 财经科学, 2022, (11):27-42
- [67] 许钊, 高煜, 霍治方. 数字金融的碳减排效应[J]. 财经科学, 2021(4):
28-39
- [68] 谢正娟. 中国数字金融对区域技术创新的影响研究[D]. 四川大学, 2021.
- [69] 杨东. 监管科技: 金融科技的监管挑战与维度建构[J]. 中国社会科学,

- 2018(05):69-91+205-206
- [70] 杨望, 徐慧琳, 谭小芬, 薛翔宇. 金融科技与商业银行效率——基于 DEA-Malmquist 模型的实证研究[J]. 国际金融研究, 2020(07):56-65
- [71] 易行健, 周利. 数字普惠金融发展是否显著影响了居民消费——来自中国家庭的微观证据[J]. 金融研究, 2018(11):47-67
- [72] 宇超逸, 王雪标, 孙光林. 数字金融与中国经济增长质量: 内在机制与经验证据[J]. 经济问题探索, 2020(07):1-14
- [73] 于克美, 武剑红, 李红昌. 我国铁路运输业碳排放效率与影响因素分析[J]. 技术经济, 2020, 39(11):70-76+86
- [74] 朱于珂, 高红贵, 徐运保. 双向 FDI 协调发展如何降低区域 CO₂ 排放强度? ——基于企业绿色技术创新的中介效应与政府质量的调节作用[J]. 软科学, 2022, 36(02):86-94. DOI:10.13956/j.ss.1001-8409.2022.02.13
- [75] 朱太辉, 陈璐. Fintech 的潜在风险与监管应对研究[J]. 金融监管研究, 2016(7):18-32
- [76] 张勋, 杨桐, 汪晨, 万广华. 数字金融发展与居民消费增长: 理论与中国实践[J]. 管理世界, 2020(11):48-63
- [77] 张勋, 杨桐, 汪晨, 万广华. 数字金融发展与居民消费增长: 理论与中国实践[J]. 管理世界, 2020(11):48-63
- [78] 赵雄飞, 李远利. 基于 LSTM 模型的中国 CO₂ 排放量预测影响因素分析[J]. 中国市场, 2021(22):15-16
- [79] 赵哲, 谭建立. 中国财政支出对碳排放影响的双重效应分析[J]. 云南财经大学学报, 2020, 36(05):24-36
- [80] 张伟, 朱启贵, 高辉. 产业结构升级、能源结构优化与产业体系低碳化发展. 经济研究, 2016, 591(12):62-75

致谢

在此论文完成之际，向所有关心、支持、帮助过我的人表达我最诚挚的谢意！首先我要感谢我的家人。从读研到现在，无论是在生活还是在学习中，他们都给予了我无私的关爱和呵护，让我在研究生期间拥有一个健康快乐的生活，在此毕业之际，向父母表示最诚挚的谢意！其次要感谢一直以来给予我鼓励和支持的老师，在我每次迷茫时总能为我指引出正确的道路。最后，能在研究生三年期间，有一群可爱、信赖的舍友、同学陪伴，相互扶持，互帮互助，为这三年的学术生涯增添了许多乐趣，何其幸也；能在茫茫人海中，与相爱之人相遇、相识、相爱，更是人生之大幸。感恩自己所经历的一切！