

编 号

江南大学

# 本科生毕业设计（论文）

题目： 数字金融发展对碳减排的影响研究  
——基于地级市的经验证据

商 学 院 金融学 专 业

学 号 1084200123

学生姓名 陈静怡

指导教师 徐娜娜 讲师

二〇二四年 五 月



## 摘要

数字金融作为金融创新与科技融合的产物，能推动经济高质量发展和社会绿色转型，这对“双碳”目标的实现具有重要意义。本文利用2011-2020中国278个地级市的面板数据，对数字金融发展与碳排放之间的关系及其作用机制进行实证分析。研究发现，数字金融发展对碳排放具有显著的抑制作用。对数字金融发展进行机制分析后，本文发现数字金融通过影响绿色发展水平、技术创新水平、市场化进程以及产业结构升级，进而有助于减少二氧化碳排放量。此外，本文通过异质性分析发现数字金融的碳减排效应在不同地区并不一致，在东部有显著的抑制碳排放作用，在西部以及东北部有增加碳排放的作用，而中部地区并无显著影响。基于本文结论，应加强数字基础设施建设，推动数字金融与绿色金融的融合发展，鼓励技术创新，引导产业结构转型升级最后，促进不同区域数字金融的协调发展，以实现“双碳”目标的全面推进。

**关键词：**数字金融；碳减排；绿色金融；技术创新

## ABSTRACT

As a product of the integration of financial innovation and science and technology, digital finance can promote the high-quality development of the economy and the green transformation of the society, which is of great significance to the realization of the goal of carbon peaking and carbon neutrality. This paper empirically analyzes the relationship between digital finance development and carbon emissions and its mechanism using panel data of 278 prefecture-level cities in China from 2011 to 2020. It is found that digital financial development has a significant inhibitory effect on carbon emissions. After analyzing the mechanism of digital financial development, this paper finds that digital finance contributes to the reduction of carbon dioxide emissions by influencing the level of green development, the level of technological innovation, the process of marketization and the upgrading of industrial structure. In addition, this paper finds through heterogeneity analysis that the carbon emission reduction effect of digital finance is not consistent in different regions, with a significant inhibition of carbon emissions in the east, an increase in carbon emissions in the west and northeast, and no significant effect in the central region. Based on the conclusions of this paper, the construction of digital infrastructure should be strengthened, the integration of digital finance and green finance should be promoted, technological innovation should be encouraged, the transformation and upgrading of industrial structure should be guided, and the coordinated development of digital finance in different regions should be promoted, so as to realize the comprehensive advancement of the goal of carbon peaking and carbon neutrality.

**Keywords:** Digital finance; carbon emission reduction; green finance; technological innovation

## 目 录

第 1 章 绪论 .....	1
1.1 研究背景 .....	1
1.2 研究意义 .....	1
1.2.1 理论意义 .....	1
1.2.2 现实意义 .....	1
1.3 研究内容 .....	1
1.4 研究方法 .....	2
1.5 研究创新与不足 .....	2
第 2 章 文献综述和研究假设 .....	3
2.1 数字金融相关研究 .....	3
2.2 碳排放相关研究 .....	3
2.3 研究假设 .....	4
2.3.1 数字金融对碳排放的影响 .....	4
2.3.2 数字金融对碳排放的影响机制 .....	4
第 3 章 研究设计 .....	7
3.1 数据来源 .....	7
3.2 模型设定 .....	7
3.3 变量选取 .....	8
3.3.1 被解释变量 .....	8
3.3.2 核心解释变量 .....	8
3.3.3 中介变量 .....	8
3.3.4 控制变量 .....	9
3.3.5 变量说明 .....	10
3.4 描述性统计 .....	11
3.5 相关性分析及多重共线性检验 .....	11
第 4 章 数字金融发展对碳排放的实证结果 .....	13
4.1 基准回归结果 .....	13
4.2 稳健性分析 .....	14
4.3 异质性分析 .....	15
4.4 中介效应检验 .....	16
第 5 章 结论与政策建议 .....	17
5.1 结论 .....	17
5.2 政策建议 .....	17
5.2.1 完善数字基础设施建设 .....	17

## 目录

---

5.2.2 推进数字金融与绿色金融的融合发展 .....	17
5.2.3 鼓励技术创新并引导产业转型 .....	17
5.2.4 推动不同区域数字金融的协调发展 .....	18
参考文献 .....	19
致 谢 .....	21

# 第 1 章 绪论

## 1.1 研究背景

2020 年 9 月 22 日，中国国家主席习近平宣布了中国的“双碳”战略。这一“双碳”战略旨在推动社会朝着绿色可持续的方向发展。我们有望通过加速降低二氧化碳排放量引导绿色技术创新，提高产业和经济的全球竞争力。

数字金融巧妙地将数字技术与金融特性相融合，不仅优化了资源配置的效率，还显著缓解了信息不对称的问题，加速资金的自由流通。这种融合不仅推动了金融服务的创新，也为经济的可持续发展注入了新的活力。特别是在推动经济低碳化转型的关键时刻，数字金融能够推动企业的技术创新，从而研究出新型绿色减排技术，为碳减排注入活力。“双碳”战略涉及多个领域，覆盖很多方面的内容。其中金融将为社会绿色转型带来资金支持，而绿色金融发展则需要数字化作为重要工具，其对不断提升资源配置效率有着至关重要的作用，进而有力推动“双碳”目标的顺利实现。基于此，本文运用理论分析法以及实证分析法研究数字金融是否能促进碳减排以及如何影响碳排放的。

## 1.2 研究意义

### 1.2.1 理论意义

(1) 本文探讨数字金融发展对碳排放的作用，但通过对以往文献的梳理发现，大多数研究都只聚焦在省级层面上，只对省份层次上提供相关建议；但是在同一个省份中不同地区存在着巨大的发展差异，于是本文将目光放大到市级层面，这将丰富现有研究。

(2) 本文还对数字金融的影响机制进行研究，通过对以往文献的翻阅，本文选取了绿色发展水平、技术创新水平、市场化进程以及产业结构升级这四个中介变量进行研究，从而可以进一步丰富数字金融对碳排放的影响途径的相关研究。

### 1.2.2 现实意义

碳减排对于中国乃至世界的绿色可持续发展都是十分重要的，我国对于“双碳”目标的实现也是十分重视的。针对政府部门，本文在如何推进市场化进程以及产业结构升级提供了参考的建议，为推动“双碳”目标的实现进行了补充，还提到需要针对不同区域的具体情况制定不同的方针；针对企业方面，本文在技术创新方面提供了参考的建议，为企业利用数字金融工具进行技术创新从而降低碳排放提供了思路。

## 1.3 研究内容

本文研究的课题为数字金融发展对碳排放的影响及作用机制。本文首先综述了国内外关于数字金融发展与碳排放的相关研究，随后提出数字金融发展与碳排放间关系的假设，接下来本文基于 2011 至 2020 年中国 278 个地级市的面板数据进行实证分析并探讨了数字金融发展对碳减排的作用机制。最终，结合前文的研究成果及当前中国的碳排放现状，本文提出了一系列针对性的建议。以下是本文内容安排：

第一章为绪论部分，介绍了研究背景与意义，阐述了本文的研究内容以及方法，并指出研究的创新点及潜在不足。

第二章为文献综述和研究假设。通过梳理已有文献，总结了研究的现状与不足，并提

出本文的研究假设。

第三章为研究设计。包括数据来源的详细说明、模型构建的具体步骤、关键变量的界定与解释，以及描述性统计、相关性分析和多重共线性检验等预处理工作的介绍。

第四章为实证结果分析。首先，进行了基准结果的分析，揭示数字金融发展与碳排放量之间的基本关系；随后，通过异质性分析、稳健性检验以及中介效应分析，进一步探讨了这一关系的内在机制与稳定性。

第五章为结论部分。基于前文对实证结果的分析，提出了一系列的政策建议。旨在为“双碳”目标的顺利实施提供新的思路与方向。

## 1.4 研究方法

（1）理论研究法：本文通过综合分析、概括和整合现有的关于数字金融发展与碳排放的理论、观点和研究成果构建出系统的理论框架，建立理论假设。

（2）实证研究法：本文在收集到的数据基础上，对数字金融发展、碳减排以及剩下的变量进行系统的描述和解释，对收集到的数据进行统计分析、模型建立和数据挖掘，提取数据的规律性和相关性，来验证前文的理论假设。

## 1.5 研究创新与不足

（1）研究创新：通过对以往学者的研究分析发现，以往的研究大多只聚集在省级层面，所以并未考虑到一个省份的不同地级市之间的差异，而结合我国的实际情况，我国对于数字金融以及碳减排的政策措施大多以地级市为单位展开，所以本文从地级市的角度出发，研究数字金融发展与二氧化碳排放水平之间的关系；与此同时，鲜有文献涉及到数字金融发展是通过何种途径影响碳减排，故本文进行了数字金融发展的机制检验。

（2）研究不足：由于部分数据无法获取以及不够精确，本文的研究对象只包括 278 个地级市，剩下的地级市并未纳入研究；本文的二氧化碳排放水平是通过省级碳排放数据间接得出的，能源消耗方面并未纳入所有能源，只研究了三种一次能源（原油、煤炭与天然气），最后的结果可能出现偏差；在绿色金融水平指数的测算中，只研究了绿色证券、绿色信贷、绿色投资和绿色保险四个纬度的指标，可能会有遗漏的方面导致结果不够准确。这是本文的遗憾之处，希望后续学者能够进行更加全面更加深入的研究。



## 第2章 文献综述和研究假设

### 2.1 数字金融相关研究

数字金融，作为金融服务领域的一种新兴形态，实现了信息技术与互联网对传统金融服务业态的深度融合。在数字化时代的浪潮中，数字金融的发展重心愈发聚焦于金融科技产业，凸显出其科技性、普惠性、政策性和靶向性等显著特点，这些特征在当下时代具有举足轻重的地位。而且数字金融对金融服务的效率、金融服务的普惠性以及金融机构的风险管理能力都有良好的促进提升作用。我们通常认为数字金融诞生的象征为2013年上线的余额宝服务，距今也不过才短短十多年的时间，而现在数字金融俨然已经与我们生活密不可分。黄益平和黄卓（2018）<sup>[1]</sup>探讨了中国数字金融对传统金融市场的多方面影响，包括商业银行的效率提升、风险行为的调整以及货币政策传导机制的变革三个方面，同时表示中国数字金融发展在未来还面临各种各样的机会与挑战，要想实现可持续发展，则需要多方面的共同努力；张勋等（2019）<sup>[2]</sup>通过研究发现中国数字金融能够激励低社会资本的创业行为，推动经济的包容性增长；Gabor 和 Brooks（2016）<sup>[3]</sup>发现数字金融为包容性的物质文化增添了新的层次，并为全球金融提供了将贫困家庭“剖析”为金融资产创造者的新形式，这对于低碳经济是尤为重要的；Ozili（2018）<sup>[4]</sup>提出尽管数字金融有很多好处，但同样存在许多问题，例如地理偏见以及教育偏见等，这些问题将会阻碍可持续发展的步伐；毛晓蒙和王仁曾（2023）<sup>[5]</sup>通过研究发现数字金融发展对城市绿色发展具有明显的促进作用。郑雨晴等（2024）<sup>[6]</sup>研究发现数字金融在推动绿色经济发展中扮演着重要角色，其减排作用路径涵盖了创业活动的激发、技术创新的推动以及产业结构的优化升级。

### 2.2 碳排放相关研究

二氧化碳作为最重要的一种温室气体，如何建设二氧化碳的排放变成为了可持续发展中重要的一环，所以找寻影响二氧化碳排放量的因素便成为了非常重要的一步。Boutabba（2014）<sup>[7]</sup>通过对印度长期经济数据的深入分析发现碳排放、金融发展、收入、能源消耗和贸易开放之间存在着显著的长期关联效应，更具体地说，金融发展对碳排放有积极作用；Shahbaz等（2012）<sup>[8]</sup>通过研究印尼的长期数据发现经济增长与能源消耗的上升均导致了碳排放的增加，但值得注意的是，金融发展的推进在一定程度上对二氧化碳排放的增长起到了抑制作用。Dogan等（2015）<sup>[9]</sup>通过研究可再生能源国家的数据，验证了环境库茨曲线（EKC）的倒“U”曲线，并揭示了可再生能源消费的增长、贸易开放度的提升以及金融发展的深化均对抑制碳排放具有积极影响，而不可再生能源消费的增加有助于排放水平；刘峰等（2022）<sup>[10]</sup>基于环境库茨曲线，使用中国地级市的数据研究发现中国绿色金融发展显著抑制了碳排放；魏丽莉和侯宇琦（2022）<sup>[11]</sup>同样通过研究部分地级市的数据发现了数字经济对城市绿色发展具有推进作用，但该作用并不具有即时性，而是存在一定的时间滞后性，并且因城市而异，呈现出明显的异质性特征。

## 2.3 研究假设

### 2.3.1 数字金融对碳排放的影响

根据以往的参考文献,我们可以得知数字金融运行通过降低能源强度、产出碳强度和投资碳强度来实现碳排放的减少<sup>[17]</sup>;而且数字金融能够重塑能源生产结构、优化能源消费结构、推动新能源开发,进而加速低碳化转型<sup>[18]</sup>;此外,数字金融平台为投资者提供了参与碳减排项目的便捷途径,加速了项目的实施与推广。这种资金流动的加速不仅促进了低碳技术和清洁能源的广泛应用,更在实质上推动了碳减排目标的实现。可以说,数字金融的发展为碳减排事业注入了新的动力,为构建低碳生态系统做出了重要贡献。最后,数字金融有着跨时空信息传播、数据创建和共享等的内在优势,可以减少不必要的活动,从而减少碳排放<sup>[19]</sup>。因此,有一部分学者认为数字金融能够抑制碳排放,冯素玲等(2023)<sup>[12]</sup>基于中国地级市数据发现数字金融发展显著抑制二氧化碳排放,稳健性检验后结论依然成立;吴毅斌(2023)<sup>[13]</sup>通过对中国省的数据进行研究也发现数字金融发展会抑制碳排放,同时他还发现碳排放强度对邻近地区具有正向空间溢出效应。因此,本文提出如下假设:

H1:数字金融发展会抑制二氧化碳排放。

但学术界对于数字金融对碳排放的影响观点并不统一,有一部分学者认为数字金融与碳排放量之间并非为线性关系,而是倒“U”型关系,缪陆军等(2022)<sup>[14]</sup>通过研究发现数字金融发展与碳排放间存在非线性关系——倒“U”型关系。百丽飞(2023)<sup>[15]</sup>同样也发现在数字金融发展初期可能会带来人均碳排放量的上升,但随着其进一步发展,将推动绿色转型,即数字金融与碳排放之间存在倒“U”关系。也有一部分学者认为随着数字金融的发展,其在促进经济增长和效率提升的同时,也可能间接地对碳排放产生积极影响。Salahuddin 和 Alam(2015)<sup>[16]</sup>认为数字金融发展会促进互联网的发展,而这会增加电力的消耗,从而增加碳排放。这些不同的观点可能是因为在不同地区数字金融对碳排放的影响不同,因此,本文提出如下假设:

H2:数字金融发展对碳排放的影响存在地区差异。

### 2.3.2 数字金融发展对碳排放的影响机制

(1)绿色金融发展水平:相较于传统金融,经济社会的可持续发展以及人类与自然的和谐共生是绿色金融更加注重的地方。绿色金融的发展不仅要考虑经营可持续性,更应将环境可持续性置于核心地位。近年来,绿色发展理念在地区经济发展中日益凸显其重要性。然而,实现经济绿色化转型仍面临诸多挑战。数字金融的发展有助于强化公共财政对绿色发展的支持力度<sup>[20]</sup>,进而促进可持续发展的实现。绿色金融能够有效促进绿色技术创新,从而推动环境保护以及可持续发展<sup>[21]</sup>。此外,数字金融凭借其“低成本、高效率、广泛覆盖”等独特优势,在资本配置优化方面发挥着重要作用。它能够有效限制高污染企业的资源获取,进而促进绿色金融的蓬勃发展,最终实现碳排放降低<sup>[22]</sup>。因此,本文提出如下假设:

H3a:数字金融发展通过促进绿色金融发展抑制碳排放。

（2）技术创新水平：数字金融利用数字化技术，为企业提供便利，还为跨部门合作提供了更加高效的平台。这种紧密的跨部门合作加强了不同领域专家之间的深度沟通，催生了更多的创新火花。因此，数字经济的发展能够促进技术模仿与技术创新，提高全社会的技术应用能力与创新潜力<sup>[15]</sup>。同时，Gillani 等（2020）<sup>[23]</sup>认为数字金融的发展能够提高部门内外的沟通效率，从而推动技术创新。因为数字化的信息传播方式确保了信息的真实性和完整性，有效避免了信息传递过程中的失真和遗漏，可以在一定程度上缓解信息不对称问题<sup>[24]</sup>。这使得创新需求方能够更精确地获取所需信息，为创新活动提供更具针对性的指导和支持，进而减少了无效创新，提高了创新的成功率。此外，数字金融能弥补传统金融的不足，为中小微企业提供便捷的金融支持，激发其创新活力，进而提高城市技术创新水平<sup>[25]</sup>，进一步增强碳减排的效果。因此，本文提出如下假设：

H3b:数字金融发展通过促进技术水平创新抑制碳排放。

（3）市场化水平：数字金融的蓬勃发展不仅得益于市场的有力支持，同时也对市场化程度产生着深远的影响。市场化水平与地区资源配置水平呈正比，数字金融发展也与市场息息相关<sup>[26]</sup>。一个健康的市场环境对于优化技术密集型产业的资源配置至关重要。在这样的环境下，资源能够更高效地从传统产业流向新兴产业，这些新兴产业相比较于传统产业往往具备低能耗、低污染和高效率的特点<sup>[27]</sup>，这种转变便可以提升碳排放的效率。因此，本文提出如下假设：

H3c:数字金融发展通过促进市场化水平的提高抑制碳排放。

（4）产业结构升级水平：产业结构的转型升级对于减少能源消耗具有显著效果，进而在抑制碳排放方面发挥重要作用。这一转变凸显了产业结构升级在实现中国“双碳”目标中的核心地位，成为推动绿色发展的关键力量。数字金融的发展，能够提升资本配置效率，这有助于逐步淘汰高污染、高耗能产业，推动产业结构实现由劳动、资本密集型向技术、数字密集型的转型升级<sup>[17]</sup>，推动传统产业向节能环保产业转型，降低二氧化碳排放，这是中国可持续发展道路上不可或缺的一环。同时，数字金融的发展一定程度上缓解了行业内及行业间的信息不对称问题，从“水平效应”以及“结构效应”两个方面影响产业结构升级，进一步影响二氧化碳排放<sup>[24]</sup>。这一转型过程将对中国可持续发展产生深远影响。因此，本文提出如下假设：

H3d:数字金融发展通过促进产业结构升级抑制碳排放。



## 第3章 研究设计

### 3.1 数据来源

鉴于部分城市的数据难以获取或存在不完整、不精确的情况，本文经过筛选，排除了拉萨市等城市，最终确定以剩余的 278 个地级市作为研究样本，并将研究的时间范围限定在 2011 年至 2020 年之间。本文所使用的数据主要从《中国统计年鉴》、各城市的统计年鉴、国家统计局、国泰安(CSMAR)数据库、Wind 数据库以及中国人民银行官网等权威渠道中获取。针对部分数据存在的缺失值问题，本文采用了合理的插值方法进行估算和补充，从而保障了数据的完整性和可靠性。

### 3.2 模型设定

本文使用的数据为 2011 年到 2020 年中国 278 个地级市的面板数据，本文通过 F 检验和 Hausman 检验来选择模型。F 检验结果显示固定效应模型优于 OLS 回归模型。同理，Hausman 检验结果显示固定效应模型优于随机效应模型。综上，本文选择固定效应模型。具体检验结果见表 3-1：

表 3-1 F 检验和豪斯曼检验结果

被解释变量	F 检验		豪斯曼检验	
	F 统计量	P 值	X <sup>2</sup>	P 值
CL	89.16	Prob>F=0.0000	136.88	Prob>F=0.0000

为了验证前文提出的研究假设，本文参考了相关文献，并基于数字金融发展水平对二氧化碳排放水平的影响，设计了时间和个体双向固定效应模型。通过这一模型，我们能够更准确地探究数字金融发展对二氧化碳排放的影响机制：

$$CL_{ij} = \alpha_0 + \beta FIN_{ij} + \gamma X_{ij} + \mu_j + \varphi_i + \varepsilon_{ij} \quad (3-1)$$

其中， $CL_{ij}$  表示第  $i$  年  $j$  市的碳排放水平， $FIN_{ij}$  为第  $i$  年  $j$  市的数字金融发展水平； $\mu_j$  和  $\varphi_i$  分别表示个体效应与时间效应， $\alpha_0$  为截距项， $\varepsilon_{ij}$  为随机误差项， $X_{ij}$  为各个控制变量。

为验证数字金融发展是通过促进绿色金融发展水平、技术创新水平、市场化水平和产业结构升级进而减少碳排放，本文借鉴温忠麟等（2014）<sup>[27]</sup>提出的方法，在式(8)基础上，引入中介效应模型验证字金融发展对碳排放的作用机制：

$$GF_{ij} = \alpha_0 + \beta FIN_{ij} + \gamma X_{ij} + \mu_j + \varphi_i + \varepsilon_{ij} \quad (3-2)$$

$$TE_{ij} = \alpha_0 + \beta FIN_{ij} + \gamma X_{ij} + \mu_j + \varphi_i + \varepsilon_{ij} \quad (3-3)$$

$$ML_{ij} = \alpha_0 + \beta FIN_{ij} + \gamma X_{ij} + \mu_j + \varphi_i + \varepsilon_{ij} \quad (3-4)$$

$$IS_{ij} = \alpha_0 + \beta FIN_{ij} + \gamma X_{ij} + \mu_j + \varphi_i + \varepsilon_{ij} \quad (3-5)$$

其中， $GF_{ij}$ 、 $TE_{ij}$ 、 $ML_{ij}$  和  $IS_{ij}$  分别代表不同地级市的绿色金融发展程度、技术创新层次、市场化进程以及产业结构升级程度。在运行验证式(3-1)之后，我们进一步对式(3-2)、(3-3)、(3-4)、(3-5)进行回归分析。若回归结果中系数 $\beta$ 显著为正，那么这意味着

数字金融的发展能够积极推动这些中介变量（即提升绿色金融发展水平、增强技术创新能力、深化市场化改革以及促进产业结构升级）的进步，进而有助于减少二氧化碳的排放量。

### 3.3 变量选取

#### 3.3.1 被解释变量

在本文中，被解释变量选定为二氧化碳排放水平（CL）。本文借鉴徐丽杰的方法，依据联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）于 2006 年确立的标准煤法<sup>[28]</sup>，对中国各城市因化石燃料燃烧而产生的二氧化碳排放量进行了科学测算，通过这一方法，我们得以更加精确地把握中国各城市二氧化碳排放的具体状况，为后续的深入研究提供了坚实的数据基础。具体测算方程为：

$$CO_2 = \sum E_i \cdot CCF_i \cdot CEF_i \cdot CMF_i \quad (3-6)$$

在上述方程中，我们采用了以下变量和参数来估算碳排放量。其中， $CO_2$  代表碳排放值； $i$  代表三种化石能源（原油、煤炭和天然气）。 $E$  代表不同能源的年度消耗总量； $CEF$  为各类能源对应的碳排放系数，这一系数参考 IPCC 在 2006 年制定的标准； $CCF$  为各类能源对应的折标准煤系数，其取值参考了《中国能源统计年鉴》；具体数值可见表 3-2。此外， $CMF$  代表碳转化为二氧化碳的系数，其值为 44/12。在得到各城市二氧化碳排放量的基础上，本文进一步计算出单位 GDP 的  $CO_2$  排放量。这一指标有助于我们衡量二氧化碳的排放强度，进而分析其在经济发展中的影响。

表 3-2 主要能源的  $CO_2$  折算系数

能源	标准煤折算系数（吨标准煤/吨）	$CO_2$ 排放系数（吨/吨标准煤）
煤炭	0.7143	1.646
原油	1.4714	3.171
天然气	0.00133	2.165

由于目前在地级市层面缺少较多能源消耗数据，故只能先估计出各个省的碳排放量，再借鉴吴健生等人（2014）<sup>[29]</sup>的研究方法，基于夜间灯光数据，在省的碳排放量基础上估算各个市的碳排放量。

首先构建各个省的碳排放量与夜间灯光的无截距线性模型，随后，加入夜间灯光数据，通过回归分析得到相应的系数。紧接着，利用这些系数，结合各市具体的夜间灯光强度数据，我们能够逆向推算出各市在第  $n$  年的碳排放量。最后，将这一数据比上第  $n$  年各地级市的实际 GDP 进行碳排放强度的衡量。

#### 3.3.2 核心解释变量

在本文中，核心解释变量是数字金融发展水平（FI）。本文采用中国数字普惠金融指数代表。该指数体系包括数字金融使用深度、覆盖广度以及普惠金融数字化程度三个二级指标，从而可以全面反映了数字金融在地级市的发展状况。

#### 3.3.3 中介变量

参考现有文献，本文选取了 4 个中介变量：绿色金融发展水平（GF）、技术创新水平（TE）、市场化水平（ML）、产业结构升级水平（IS）

(1) 绿色金融发展水平 (GF)。本文借鉴张婷 (2022)<sup>[30]</sup>、李增福等 (2022)<sup>[31]</sup> 的做法, 构建绿色金融发展指标体系, 包括绿色投资、绿色证券、绿色信贷和绿色保险 4 个二级指标。绿色信贷与绿色证券的总量在绿色金融发展中尤为突出, 尤其是中国的绿色信贷存量规模, 已达到世界领先水平。因此, 为精准衡量绿色金融发展水平, 我们采用了一系列指标进行量化。具体来说, 绿色信贷用高耗能工业产业利息支出占工业利息总支出的比重代表; 绿色证券用环保产业 A 股市值占 A 股总市值的比重代表; 绿色投资本文使用地区环境污染治理投资占地区生产总值的比重代表<sup>[30]</sup>; 至于绿色保险, 农业保险支出占保险总支出的比重是本文选择的表达方式。在构建好这一指标体系后, 我们根据各二级指标在其领域内的资本比例来确定权重, 随后借助熵值法来计算金融指标, 从而全面评估绿色金融发展水平。

表 3-3 绿色金融发展水平指标体系

一级指标	二级指标	指标说明	指标属性
绿色金融发展水平	绿色信贷	六大高耗能工业产业利息支出/工业利息总支出	负
	绿色投资	地区环境污染治理投资/地区生产总值	正
	绿色保险	农业保险支出/保险总支出	正
	绿色证券	环保产业 A 股市值/ A 股总市值	正

(2) 技术创新水平 (TE)。本文选取第  $n$  年各个地级市申请的绿色发明专利数量来代表技术创新水平, 该指标与该地区的技术创新水平呈正比关系。

(3) 市场化水平 (ML)。为准确衡量地级市的市场化水平, 我们采纳了樊纲和王小鲁所计算的市场化指数作为代理变量。这一指数旨在深入揭示市场化的多元特征。为了确保对市场化的全面、细致刻画, 每个维度都进一步细化为若干分项指数, 部分分项指数下还设有二级分项指数, 以此捕捉市场化各个层面的细微变化。通过这样的指标体系, 我们能够更加精确地把握市场化水平及其发展动态。该指数能够较好地反映地级市市场化程度的进步或退步。

(4) 产业结构升级水平 (IS)。本文选用第三产业增加值与第二产业增加值的比值表示。这能反映出产业结构是否正在经历由劳动密集型产业为主导的低级结构, 向知识、技术密集型产业为主导的高级结构转变的过程与趋势。通过这种方式, 我们能够更清晰地洞察产业结构升级的动态变化。

### 3.3.4 控制变量

本文选取了以下六个控制变量, 以探讨研究问题:

(1) 对外开放水平 (OPEN)。本文采用地级市进出口贸易总额占该地区 GDP 的比重表示。该指标对于碳排放的影响较为复杂, 一方面, 对外开发程度越高可能会带来先进的碳减排理念及技术, 从而减少碳排放; 但同时, 也可能引进不利于碳减排的高科技项目, 以环境为代价换取经济发展。

(2) 城镇化率水平 (UL)。本文选取城镇常住人口与地区常住人口的比重来衡量城镇化率水平。该指标对于碳排放的影响较为复杂, 一方面, 城镇化水平提高可能会导致居民

的环保意识加强，越可能采用先进的碳减排技术；但同时城镇化水平提高会导致能源消耗增加，增加二氧化碳排放量。

(3) 经济发展水平(GDP)。本文选用各城市的人均 GDP 表示。这一指标对碳排放的影响具有多面性。一方面，随着经济发展水平的快速提升，可能会加速能源的消耗，进而加剧二氧化碳的排放；然而，另一方面，经济发展水平的提升也会推动环保技术的革新与进步，这对于减少碳排放具有积极作用。因此，人均 GDP 与碳排放之间的关系呈现出一种复杂的互动效应。

(4) 人口密度水平(PD)。本文选用区域年末常住人口与区域面积的比值来量化人口密度水平。

(5) 政府干预水平(GOV)。本文采用地方一般公共预算支出占该地级市生产总值的比重表示。通过这一比重，我们能够更直观地了解政府在经济发展中的投入和影响力，从而分析数字金融对政府干预的影响。

(6) 科学技术水平(ST)。本文选用地级市科学技术支出在地方一般公共预算支出中的占比作为代理变量。这一指标能够直观地反映地方政府在科技创新方面的投入力度，进而揭示数字金融对科技水平的影响。

### 3.3.5 变量说明

实证涉及的各个变量的定义以及符号说明如下表所示：

表 3-4 变量说明

变量类型	变量名称	变量符号	变量定义
被解释变量	二氧化碳排放水平	CL	单位 GDP 碳排放强度
核心解释变量	数字金融发展水平	FI	中国数字普惠金融指数
控制变量	对外开放水平	OPEN	进出口贸易总额/该地区 GDP
	城镇化率水平	UL	城镇常住人口/地区常住人口
	经济发展水平	GDP	各城市的人均 GDP
	人口密度水平	PD	区域年末常住人口/区域面积
	政府干预水平	GOV	地方一般公共预算支出/该地级市生产总值
	科学技术水平	ST	科学技术支出/地方一般公共预算支出
	绿色金融发展水平	GF	熵值法计算的绿色金融发展指数
中介变量	技术创新水平	TE	各个地级市申请的绿色发明专利数量
	市场化水平	ML	市场化指数
	产业结构升级水平	IS	第三产业增加值/第二产业增加值



### 3.4 描述性统计

本文主要变量的描述性统计特征结果见下表：

表 3-5 变量描述性统计

变量	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
二氧化碳排放水平 (CL)	2,780	1.465	0.695	-1.002	4.322
数字金融发展水平 (FI)	2,780	5.056	0.513	2.972	5.813
绿色金融发展水平 (GF)	2,780	-1.171	0.400	-2.748	-0.452
技术创新水平 (TE)	2,778	4.937	1.695	0.000	10.252
市场化水平 (ML)	2,780	2.462	0.201	1.601	2.980
产业结构升级水平 (IS)	2,780	-0.080	0.466	-1.743	1.677
对外开放水平 (OPEN)	2,780	1.732	0.193	-0.381	2.065
城镇化率水平 (UL)	2,780	3.991	0.263	1.870	4.605
经济发展水平 (GDP)	2,780	2.371	0.053	2.172	2.569
人口密度水平 (PD)	2,780	2.297	1.469	-0.381	6.989
政府干预水平 (GOV)	2,780	2.904	0.425	1.479	4.306
科学技术水平 (ST)	2,780	4.724	0.910	1.737	7.635

注：上述变量均为处理过后的原始数值取对数得出。

分析描述性统计特征结果可得出，二氧化碳排放水平的标准差为 0.695，最大值为 4.332，最小值为-1.002，这说明不同城市间的二氧化碳排放水平差异较大；城市间数字金融发展水平的标准差为 0.513，最小值为 2.972，最大值为 5.813，这说明不同城市间的数字金融发展水平也存在巨大的差异；同理，可以由上表看出其他指标在不同城市间也存在着差异。

### 3.5 相关性分析及多重共线性检验

将处理过后的原始数据取对数后再导入 Stata 进行相关性检验，检验结果表明：主要变量之间都存在不同程度的相关性，且大部分都在 1%水平上显著，这说明，本文选取的解释变量在一定程度上与城市碳排放水平存在正向或者负向的相关关系。各解释变量之间相关系数见下表：

表 3-6 相关性分析

变量	CL	FI	GF	TE	ML	IS	OPEN	UL	GDP	PD	GOV	ST
CL	1											
FI	-0.279***	1										
GF	-0.175***	0.229***	1									
TE	-0.442***	0.529***	0.318***	1								
ML	-0.215***	0.586***	0.171***	0.384***	1							
IS	-0.023	0.462***	0.251***	0.296***	0.336***	1						
OPEN	-0.416***	0.076***	0.284***	0.476***	0.126***	-0.034*	1					
UL	-0.141***	0.399***	0.159***	0.573***	0.208***	0.186***	0.117***	1				
GDP	-0.315***	0.469***	0.143***	0.674***	0.266***	0.055***	0.157***	0.777***	1			
PD	-0.360***	0.031	-0.196***	0.150***	0.053***	-0.058***	0.236***	-0.041**	0.022	1		
GOV	0.284***	0.057***	-0.150***	-0.458***	0.065***	0.343***	-0.426***	-0.441***	-0.638***	-0.044**	1	
ST	-0.430***	0.170***	0.155***	0.643***	0.113***	-0.034*	0.428***	0.487***	0.589***	0.084***	-0.537***	1

注：\*  $p < 0.1$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$ , 下同。

此外，因为大部分变量之间的相关关系均在 1%水平上显著，为避免研究结果被变量间多重共线性影响，本文利用 VIF 方差膨胀因子进行检验。检验结果表明，所有变量的 VIF 值均大于 0 小于 10，其中最小的 VIF 值为 1.20，最大的 VIF 值为 5.96，平均值为 2.65。

由此可见，变量间并未表现出显著的多重共线性。因此，本文所选变量能够通过多重共线性检验，确保了研究的可靠性和有效性。具体的 VIF 共线性检验结果如下表：

表 3-7VIF 检验

Variable	VIF	1/VIF
GDP	5.96	1.167658
TE	3.85	0.259634
GOV	3.70	0.270228
UL	2.71	0.368679
FI	2.70	0.369707
ST	2.22	0.449942
OPEN	1.99	0.501446
IS	1.85	0.543437
ML	1.59	0.630138
GF	1.34	0.747488
PD	1.20	0.835637
Mean VIF	2.65	

## 第4章 数字金融发展对碳排放的实证分析

### 4.1 基准回归结果

首先进行基准回归分析，建立面板模型后，将被解释变量城市二氧化碳排放水平与解释变量数字金融发展水平进行回归，观察两者间的关系，如下表中的列（1）所示；随着个体和时间不变的因素会对核心解释变量与被解释变量的关系产生一定程度的影响，故之后进行个体与时间效应的双固定；在控制了时间和个体效应后，对城市二氧化碳排放与数字金融发展进行回归分析，结果在 1%水平上显著为正，这证实了数字金融发展能够有效抑制二氧化碳的排放，从而验证了假设 H1。进一步地，在引入所有控制变量后，如列（3）所示，数字金融发展对二氧化碳排放水平的负向影响依然显著，再次验证了 H1 的正确性。在分析控制变量的影响时发现：经济发展与碳排放间存在显著的负向关系，这表明随着经济的增长，碳排放得到了有效抑制；人口密度也与二氧化碳排放量呈负向关系，说明人口密度的适度增长有助于减少碳排放；科学技术水平的提高则显著地抑制了碳排放，显示出科技进步在环保方面的积极作用；然而，政府干预水平与二氧化碳排放量则呈正向关系，意味着政府干预的增强可能会导致碳排放量的上升；至于对外开放水平与城镇率水平，虽然它们的估计值为负，但并未通过统计学检验，因此其影响尚不确定。

表 4-1 基准回归结果

	(1)	(2)	(3)
	CL	CL	CL
FI	-0.378*** (-15.487)	-0.277*** (-3.753)	-0.142* (-1.871)
OPEN			-0.002 (-0.403)
UL			0.157 (-1.267)
GDP			-6.254*** (-10.969)
PD			-0.108* (-1.715)
GOV			0.277*** (-6.183)
ST			-0.033*** (-3.174)
常数项	3.376*** (-27.582)	3.627*** (-10.788)	16.190*** (-12.168)
时间效应	未控制	控制	控制
个体效应	未控制	控制	控制
N	2780	2780	2760
调整 R <sup>2</sup>	0.077	0.911	0.939
F	239.839	177.902	224.351

注：括号内为 t 值，\* p < 0.1, \*\* p < 0.05, \*\*\* p < 0.01，下同。

## 4.2 稳健性分析

(1) 内生性检验：在实证研究中，我们可能会遇到互为因果的情况，这可能导致结果产生偏差，进而引发内生性问题。这种问题的出现，很可能是由于在变量选择的过程中，我们忽略了一些难以观测的因素。因此，在进行分析时，我们需要特别注意这一点，并尽可能通过合适的方法来控制这些潜在的影响因素。为了解决可能存在的内生性问题，本文采用数字金融指数滞后一期（L.FI）作为替代解释变量，对上式再次进行回归分析。回归结果如下表第（1）列所示，L.FI 的系数显著为负，这与前文结果一致。这表明，在考虑了内生性问题后，数字金融发展水平的提升仍然显著地抑制了城市二氧化碳的排放水平，从而验证了前述结论的稳健性。

(2) 替换核心解释变量：本文采用年末金融机构存贷款余额与生产总值的比值作为数字金融发展的替代变量——金融发展水平（FL）。替换解释变量后，检验结果如下表第（2）列所示。其中，FL 的系数为负，进一步验证了基准回归结果的稳健性。

(3) 剔除直辖市：由于北京、上海、天津、重庆 4 个直辖市的综合发展水平明显优于其他城市，相关设施较为齐全，数字金融的发展水平也相对较高。为了保证研究结果的准确性，为避免由于选样本间经济发展水平差异过大而导致的回归结果偏差，本文将剔除这 4 个直辖市的数据再进行回归检验，结果如下表的列（3）所示。经过对分析结果的进一步审视，我们可以发现，在剔除 4 个直辖市的影响后，数字金融发展水平的系数依然保持了在 1% 显著性水平下的负值，这再次印证了前文基准检验结果的稳健性。

表 4-2 内生性检验结果

变量	(1) CL	(2) CL	(3) CL
L.FI	-0.130*** (-10.67)		
FL		-0.391** (-2.39)	
FI			-0.154*** (-3.33)
OPEN	0.195 (-0.77)	-0.003 (-0.57)	-0.001 (-0.31)
UL	0.116* (-2.23)	0.098* (-1.84)	0.152*** (-2.79)
GDP	-5.600 *** (-19.41)	-2.322 (-1.34)	-6.349*** (-19.51)
PD	-0.164 (-0.69)	-0.102 (-1.33)	-0.103 (-1.35)
GOV	0.300 *** (-10.02)	0.262*** (-7.96)	0.265*** (7.98)
ST	-0.410 *** (-4.79)	-0.030*** (-3.38)	-0.033*** (-3.73)
常数项	14.278*** (-21.31)	7.810** (-2.25)	16.279*** (20.46)
N	2780	2780	2760
R <sup>2</sup>	0.2177	0.2173	0.2189
个体效应	控制	控制	控制
时间效应	控制	控制	控制

### 4.3 异质性分析

受经济发展模式、所处地理位置以及政策法规等因素的影响,不同地区的数字金融发展水平对二氧化碳排放水平的影响可能不同。因此,本文参考国家统计局的划分标准,将研究的 278 个地级市分成东部、中部、西部和东北四大地理区域来研究数字金融发展水平对二氧化碳排放水平的异质性,分析研究结果可得知,数字金融发展水平对二氧化碳排放量的抑制效果只在东部地区呈现,且东部的研究结果在 1%水平上显著。这可能是因为东部地区,金融资源相对集中,产业结构多样化,并且拥有大量科技型、规模庞大的绿色环保企业,因此数字金融在促进减排效果方面的优势要超过其他地区。东部地区的发达程度不仅体现在基础设施和制度环境上,还表现在数字金融与各产业的高度适配度上,这使得数字金融对碳排放影响作用更加显著。对于西部与东北部,数字金融的发展则会促进二氧化碳的排放,且研究结果在 10%水平上显著,这可能是因为数字金融正处于规模快速扩张的发展初期,此阶段会随着能源的巨大消耗,便导致了数字金融的发展对碳排放的促进作用大于抑制作用;与其他地区相比,中部地区资源欠缺、在数字金融发展方面相对缓慢,导致在影响碳排放效率方面表现不足,所以这可能导致了研究结果并不显著。然而,中部地区仍然具备影响碳排放效率的潜力,只是需要加快数字金融发展步伐,以实现更大的环保效益。

表 4-3 异质性检验结果

变量	东部 CL	中部 CL	西部 CL	东北 CL
FI	0.435*** (-4.55)	-0.007 (-0.07)	-0.163* (-2.18)	-0.363* (-2.05)
OPEN	-0.022* (-2.35)	-0.047*** (-3.35)	0.020** (2.98)	0.014 (1.44)
UL	0.018 (0.31)	0.494* (2.58)	0.03 (0.21)	0.519* (2.57)
GDP	-2.804*** (-5.68)	-6.771*** (-8.59)	-6.274*** (-9.07)	-12.832*** (-12.56)
PD	-1.818** (-2.74)	-0.459 (-1.07)	-0.064 (-0.80)	1.445 (0.86)
GOV	0.329*** (6.29)	0.227** (2.88)	0.440*** (6.16)	-0.173* (-2.02)
ST	-0.033 (-1.87)	-0.025 (-1.44)	0.002 (0.09)	-0.009 (-0.35)
常数项	10.007*** (4.68)	15.665*** (8.57)	15.836*** (9.71)	29.948*** (7.37)
N	850	790	780	340
调整 R <sup>2</sup>	0.455	0.653	0.528	0.475
F	50.57	98.48	60.35	22.23

#### 4.4 中介效应检验

(1) 绿色金融发展水平(GF): 由检验结果可发现数字金融的系数为 0.147, 且在 1%的水平下显著。说明数字金融发展将为绿色金融提供更多机遇和发展空间, 促进金融行业向更加绿色、可持续的方向转变; 数字金融技术可以为绿色项目提供更多更灵活的融资渠道; 数字金融技术可以促进金融服务的社会化和普惠化, 让更多人能参与到绿色金融的投资和融资中, 推动绿色金融的普及与发展。因此, H2a 假说成立, 数字金融可以通过提高绿色金融发展水平建设二氧化碳排放量。

(2) 技术创新水平(TE): 由检验结果可知数字金融的系数为 0.300, 在 10%水平下显著, 说明数字金融发展与技术创新有正相关关系。由前文分析可得, 数字金融具有强大的数据驱动和技术支持能力, 可以为技术创新提供更多的机会和支持, 推动经济社会的进步和发展。因此, H2b 假说成立, 数字金融发展可以通过提高技术创新来抑制碳排放。

(3) 产业结构升级水平(IS): 由检验结果可知数字金融的估计系数为 0.264, 在 1%的水平下显著。说明数字金融发展水平与产业结构升级水平之间存在显著的正向关联。因此, 我们可以验证 H2c 假说成立, 即数字金融发展确实可以通过推动产业结构的升级来有效抑制碳排放。

(4) 市场化水平(ML): 对检验结果分析后可发现数字金融的估计系数为 0.020, 且在 10%的水平下显著。这一结果表明数字金融发展与市场化水平之间存在显著的正向相关性。由前文分析可得, 数字金融技术可以帮助创新金融产品和服务, 让市场参与者更容易获取各种金融工具和产品, 从而促进市场化水平的提升; 数字金融技术可以降低金融交易的成本, 提高交易的效率, 让市场更加流畅和高效运转, 从而提升市场化水平。因此, H2d 假说成立, 数字金融发展可以通过提高市场化水平来抑制碳排放。

表 4-4 机制检验结果

变量	GF	TE	IS	ML
FI	0.147*** (-38.91)	0.300* (-1.83)	0.264*** (-4.25)	0.020* (-1.95)
OPEN	0.173 (-0.68)	-0.765** (-2.20)	0.94 (-1.14)	-0.023 (-0.40)
UL	0.150*** (-2.77)	0.294 (-1.21)	0.152** (-1.99)	0.018 (-1.47)
GDP	-6.303*** (-19.71)	2.959*** (-3.15)	-3.261*** (-4.98)	-0.184** (-2.56)
PD	-0.138 (-0.58)	0.382 (-1.28)	-0.736 (-0.90)	-0.017 (-0.31)
GOV	0.276*** (-8.46)	0.209** (-1.99)	0.228*** (-3.20)	0.001 (-0.14)
ST	-0.033*** (-3.86)	0.158*** (-6.39)	-0.018 (-1.33)	-0.005** (-2.42)
常数项	-1.912*** (-100.43)	-6.306*** (-2.79)	5.135*** (-3.00)	2.632*** (-14.99)
N	2780	2778	2780	2780
R <sup>2</sup>	0.412	0.8	0.74	0.921
个体效应	控制	控制	控制	控制
时间效应	控制	控制	控制	控制

## 第5章 研究结论以及政策建议

### 5.1 研究结论

本文基于2011年至2020年间中国278个地级市的面板数据，深入分析了数字金融发展与二氧化碳排放量之间的关联。通过借鉴国内外相关文献的理论基础，我们运用双向固定效应回归模型，实证探讨了数字金融对碳排放的影响，并从“绿色金融发展”、“技术创新”、“市场化水平”以及“产业结构优化”四个维度剖析了数字金融的作用机理。

研究结果表明：（1）数字金融发展对碳排放起到抑制作用。且考虑内生性问题以及进行稳健性检验后，该结论依然成立；（2）本文发现，数字金融对二氧化碳排放的抑制作用在不同地区间表现出明显的异质性。特别是在我国东部地区，数字金融的碳减排效应尤为突出，显著超过其他地区。而在西部以及东北部地区数字金融则会促进碳排放，但是对于中部地区，可能因为资源比较匮乏，并未发现较明显的碳减排效应，这一发现对于我们深入理解数字金融在环保领域的作用以及制定地区差异化政策具有重要的指导意义；（3）数字金融发展通过促进绿色金融发展、技术创新、市场化水平提高和产业结构升级进而抑制碳排放。

### 5.2 政策建议

#### 5.2.1 完善数字基础设施建设

要促进数字金融的健康发展并满足碳减排政策的需求，首要任务是强化数字基础设施的构建，确保数字金融的适度增长。数字金融之所以能够蓬勃发展，关键在于其依托了数字技术的优势，而坚实的数字基础设施则是支撑其稳定前行的关键所在。此外，我们必须认识到数字金融发展与碳减排政策之间的紧密关联，确保二者之间形成良性互动。过早或过晚地整合数字金融与碳减排政策，都可能对数字金融在碳减排方面的潜力造成负面影响。因此，在推动数字基础设施升级和数字金融发展的同时，我们应密切关注碳减排政策的实施进度，以期数字金融能在降低碳排放方面发挥更为突出的作用。

#### 5.2.2 推进数字金融与绿色金融的融合发展

深化数字金融在绿色金融领域的运用，旨在将绿色金融的规范和准则全面融入普惠金融实践中，从而协调普惠金融与绿色金融标准体系的融合。在碳中和的指引下，我们需以市场化手段激励金融系统支持绿色投资，从而构建并优化绿色普惠金融的政策框架。在此过程中，在加强对现有绿色金融体系支持相对薄弱的领域的扶持的同时，我们应重点关注那些依赖高碳行业的小微企业和从业者，以及因绿色转型而面临经营成本上升的高碳行业。在推进金融普惠的过程中，我们既要确保金融资源惠及广大民众，防止“减碳伤民”的情况发生，又要坚守绿色发展导向，避免“高碳普惠”现象。这一系列综合性的政策措施将有效促进绿色金融与普惠金融的深度融合，为经济社会的可持续发展提供坚实支撑。

#### 5.2.3 鼓励技术创新并引导产业转型

我们可以通过数字金融拓宽融资渠道，从而加大对产业转型升级和技术创新的资金支持力度。这一措施不仅有助于解决产业转型过程中的技术瓶颈问题，更能有效发挥三产融合在减排方面的潜力。同时，我们还需提升我国的环境准入门槛，防止重污染产业的进入。此举旨在引导产业向更高效、更清洁的方向转型，推动经济结构的优化升级，并确保环境

保护和减排目标的顺利达成。

#### **5.5.4 推动不同区域数字金融的协调发展**

鉴于各地区发展差异与需求多样性，应因地制宜地制定发展策略。未来为提升中部地区在低碳发展领域的竞争力，我们需加大数字技术的研发与应用力度。在制定数字经济发展策略时，应引导政府部门加大对中部地区的支持力度，增加科技领域的财政投入，加强对数字经济领域专业人才的培训，并推行一系列科技创新措施以激发中部地区数字经济的活力。此外，应有效利用数字融资平台，并严格遵守环保规定。这些举措将共同推动中部地区经济的可持续增长，实现更为均衡和全面的发展格局。



## 参考文献

- [1] 黄益平, 黄卓. 中国的数字金融发展:现在与未来[J]. 经济学 (季刊), 2018, 17(4): 1489–1502.
- [2] 张勋, 万广华, 张佳佳, 等. 数字经济、普惠金融与包容性增长[J]. 经济研究, 2019, 54(8): 71–86.
- [3] Gabor D, Brooks S. The digital revolution in financial inclusion: international development in the fintech era[J]. New Political Economy, 2017, 22(4): 423–436.
- [4] Ozili P K. Impact of digital finance on financial inclusion and stability[J]. Borsa Istanbul Review, 2018, 18(4): 329–340.
- [5] 毛晓蒙, 王仁曾. 数字金融与绿色发展——来自中国 286 个城市的经验证据[J]. 金融论坛, 2023, 28(9): 69–80.
- [6] 郑雨晴. 数字金融对环境污染的影响——来自中介效应的证据[J]. 商业经济, 2024(3): 179–182.
- [7] Boutabba M A. The impact of financial development, income, energy and trade on carbon emissions: evidence from the indian economy[J]. Economic Modelling, 2014, 40: 33–41.
- [8] Shahbaz M, Hye Q M A, Tiwari A K. Economic growth, energy consumption, financial development, international trade and CO<sub>2</sub> emissions in indonesia[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2013, 25: 109–121.
- [9] Dogan E, Seker F. The influence of real output, renewable and non-renewable energy, trade and financial development on carbon emissions in the top renewable energy countries[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2016, 60: 1074–1085.
- [10] 刘锋, 黄苹, 唐丹. 绿色金融的碳减排效应及影响渠道研究[J]. 金融经济研究, 2022, 37(6): 144–158.
- [11] 魏丽莉, 侯宇琦. 数字经济对中国城市绿色发展的影响作用研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2022, 39(8): 60–79.
- [12] 冯素玲, 许德慧, 张榕. 数字金融发展如何赋能二氧化碳减排?——来自地级市的经验证据[J]. 当代经济科学, 2023, 45(4): 15–28.
- [13] 吴毅斌. 数字金融对碳排放强度的空间效应及影响机制[J]. 科技和产业, 2023, 23(17): 184–190.
- [14] 缪陆军, 陈静, 范天正, 等. 数字经济发展对碳排放的影响——基于 278 个地级市的面板数据分析[J]. 南方金融, 2022(2): 45–57.
- [15] 白丽飞. 数字经济的碳减排效应研究——兼论财政政策和市场机制的叠加作用[J]. 甘肃社会科学, 2023(6): 224–236.
- [16] Salahuddin M, Alam K. Internet usage, electricity consumption and economic growth in Australia: A time series evidence[J]. Telematics and Informatics, 2015, 32(4): 862–878.
- [17] 杜欣. 数字经济促进碳减排的机制与效应——基于绿色技术进步视角的经验考察[J]. 科技进步与对策, 2023, 40(19): 22–32.
- [18] 谢云飞. 数字经济对区域碳排放强度的影响效应及作用机制[J]. 当代经济管理, 2022, 44(2): 68–78.

- [19] 王维国, 王永玲, 范丹. 数字赋能与城市碳减排:内在机制与经验证据[J]. 中国环境科学, 2023(5):1-15.
- [20] 欧阳文杰, 陆岷峰. “双碳”目标下数字金融驱动绿色经济发展的实证研究[J]. 金融理论与实践, 2023(1): 72–81.
- [21] Braun E, Wield D. Regulation as a means for the social control of technology[J]. Technology Analysis & Strategic Management, 1994, 6(3): 259–272.
- [22] 惠献波. 数字普惠金融与城市绿色全要素生产率: 内在机制与经验证据[J]. 南方金融, 2021(5): 20–31.
- [23] Gillani F, Chatha K A, Sadiq Jajja M S. Implementation of digital manufacturing technologies: Antecedents and consequences[J]. International Journal of Production Economics, 2020, 229: 107748.
- [24] 易信, 刘凤良. 金融发展、技术创新与产业结构转型——多部门内生增长理论分析框架[J]. 管理世界, 2015(10): 24–39, 90.
- [25] 梁榜, 张建华. 数字普惠金融发展能激励创新吗?——来自中国城市和中小企业的证据[J]. 当代经济科学, 2019, 41(5): 74–86.
- [26] 柳志娣, 张骁. 互联网发展、市场化水平与中国产业结构转型升级[J]. 经济与管理研究, 2021, 42(12): 22–34.
- [27] 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(5): 731–745.
- [28] 徐丽杰. 中国城市化对碳排放的影响关系研究[J]. 宏观经济研究, 2014(6): 63–70, 79.
- [29] 吴健生, 牛妍, 彭建, 等. 基于 dmsp/ols 夜间灯光数据的 1995-2009 年中国地级市能源消费动态[J]. 地理研究, 2014, 33(4): 625–634.
- [30] 张婷, 李泽辉, 崔婕. 绿色金融、环境规制与产业结构优化[J]. 山西财经大学学报, 2022, 44(6): 84–98.
- [31] 李增福, 冯柳华, 麦诗琪, 等. 绿色信贷抑制了碳排放吗? ——基于中国省级面板数据的研究[J]. 上海金融, 2022(1): 2–12.

## 致谢

在论文完成之际，我要向所有在我完成这篇毕业论文过程中给予帮助和支持的人们表示最诚挚的感谢。

首先，我要感谢我的导师徐娜娜老师，她在整个论文写作过程中给予了我无私的指导和帮助。其次，我要感谢我的家长，他们一直是我坚强的后盾，在我遇到任何困难和挫折的时候都会给予我无限的支持和爱。此外，我要感谢我的朋友高涵迪、胡清月、王茂璋等，他们在我遇到困难和挫折的时候给予我鼓励和支持，让我坚定地走下去。他们的陪伴和鼓励使我在完成论文的过程中感到更加坚定和自信。

最后，我要向所有给予我帮助和支持的人们表示最诚挚的感谢和敬意！感谢你们在我人生路上的陪伴和支持，我会珍惜这份情谊，并在以后的道路上更加努力，更加坚定地追求自己的梦想。再次感谢！