

分类号
U D C

密级
编号 10741

兰州财经大学

LANZHOU UNIVERSITY OF FINANCE AND ECONOMICS

硕士学位论文

(专业学位)

论文题目 数字金融对重污染企业绿色技术创新的影响研究

研究生姓名: 韩雨彤

指导教师姓名、职称: 马润平、教授

学科、专业名称: 应用经济学、金融

研究方向: 金融管理

提交日期: 2023年6月11日

独创性声明

本人声明所提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在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

学位论文作者签名： 韩雨彤 签字日期： 2023年6月11日

导师签名： 马润平 签字日期： 2023年6月11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， 同意（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： 韩雨彤 签字日期： 2023年6月11日

导师签名： 马润平 签字日期： 2023年6月11日

导师(校外)签名： _____ 签字日期： _____

Research on the Impact of Digital Finance on Green Technology Innovation of Heavy Pollution Enterprises

Candidate : Han Yutong

Supervisor : Ma Runping

摘要

随着我国经济持续高速增长，我国的金融体系也得到了迅猛发展。中国已经成为世界第二大经济体，然而经济高速增长的背后，却付出了巨大的环境代价。如何做到发展好经济的同时保护好环境，已经成为我国当前转变经济发展方式、实现经济高质量增长所需解决的棘手问题。近年来，党中央和国务院对推进绿色可持续发展和加快绿色技术创新工作做出了一系列重大决策部署。习近平总书记在党的二十大报告中指出，要狠抓绿色低碳技术攻关，加快先进适用的绿色技术研发和推广。绿色技术创新是推动经济发展方式转变、实现绿色可持续发展的核心动力，也是我国实现“碳达峰”“碳中和”的重要保障。然而，企业绿色技术创新的研发可能会遇到一系列困难和风险。数字金融的出现为企业绿色技术创新发展提供了有力支持。同时，数字金融可以通过扩大金融服务的覆盖面和渗透率，有效推动经济发展方式的转型升级。

本文从理论层面分析了数字金融对重污染企业绿色技术创新的影响机制，选取 2011-2020 年 A 股上市重污染企业数据，运用 Tobit 模型进行了实证检验。实证结果表明：（1）数字金融显著增强了重污染企业的绿色技术创新；（2）融资约束和财务风险在数字金融助力重污染企业绿色技术创新过程中发挥中介作用；（3）环境规制和公司治理会正向调节数字金融对重污染企业绿色技术创新的影响；（4）与国有企业相比，数字金融对非国有重污染企业绿色技术创新的促进作用更明显。结合实证研究结论，本文提出：加快构建数字金融体系、实施合理适度的环境规制、健全公司治理体系、激发企业绿色技术创新活力等建议，为重污染企业绿色转型创造有利条件。

关键词：数字金融 绿色技术创新 融资约束 财务风险 环境规制 公司治理

Abstract

With the sustained and rapid growth of China's economy, China's financial system has also undergone rapid development. China has become the world's second largest economy, but behind its rapid economic growth, it has paid a huge environmental price. How to develop the economy while protecting the environment has become a thorny issue that needs to be resolved in China's current transformation of economic development patterns and the realization of high-quality economic growth. In recent years, the Party Central Committee and the State Council have made a series of major decisions and arrangements to promote green sustainable development and accelerate green technological innovation. Green technological innovation is the core driving force for promoting the transformation of economic development patterns and achieving green and sustainable development, as well as an important guarantee for achieving "carbon peak" and "carbon neutral" in China. However, the research and development of green technology innovation in enterprises may encounter a series of difficulties and risks. The emergence of digital finance has provided strong support for the development of green technology innovation in enterprises. At the same time, digital finance can effectively promote the transformation and upgrading of economic development patterns by expanding the coverage and penetration of financial services.

This article analyzes the impact mechanism of digital finance on green technology innovation of heavily polluting enterprises from a theoretical perspective. It selects data from heavily polluting enterprises listed on A-share markets from 2011 to 2020 and conducts an empirical

test using Tobit model. The empirical results show that: (1) Digital finance significantly enhances the green technology innovation of heavily polluting enterprises; (2) Financing constraints and financial risks play an intermediary role in the process of digital finance assisting heavily polluting enterprises in green technology innovation; (3) Environmental regulation and corporate governance will positively regulate the impact of digital finance on green technology innovation of heavily polluting enterprises; (4) Compared with state-owned enterprises, digital finance has a more significant role in promoting green technology innovation in non-state heavy pollution enterprises. Based on the conclusions of empirical research, this article proposes suggestions such as accelerating the construction of a digital financial system, implementing reasonable and appropriate environmental regulations, improving the corporate governance system, and stimulating the vitality of green technology innovation in enterprises to create favorable conditions for the green transformation of heavily polluting enterprises.

Keywords:Digital finance;Green technology innovation;Financing constraints;Financial risk;Environmental regulation;Corporate governance

目 录

1 绪 论	1
1.1 研究背景及意义	1
1.1.1 研究背景	1
1.1.2 研究意义	2
1.2 国内外文献综述	4
1.2.1 关于数字金融的相关研究	4
1.2.2 关于企业绿色技术创新的相关研究	6
1.2.3 关于数字金融对企业绿色技术创新影响的相关研究	8
1.2.4 文献述评	9
1.3 研究方法与内容	9
1.3.1 研究方法	9
1.3.2 研究内容	10
1.3.3 研究框架图	12
1.4 本文的创新与不足之处	13
2 概念界定与理论基础	14
2.1 概念界定	14
2.1.1 数字金融	14
2.1.2 绿色技术创新	14
2.1.3 融资约束	15
2.1.4 财务风险	15
2.1.5 环境规制	16
2.1.6 公司治理	16
2.2 理论基础	17
2.2.1 数字经济理论	17

2.2.2 长尾效应理论	17
2.2.3 信息不对称理论	18
2.2.4 公司治理理论	18
3 数字金融对重污染企业绿色技术创新的影响机制分析	20
3.1 数字金融对重污染企业绿色技术创新的影响机制	20
3.2 以融资约束为中介的影响机制	21
3.3 以财务风险为中介的影响机制	22
3.4 以环境规制为调节的影响机制	24
3.5 以公司治理水平为调节的影响机制	25
4 数字金融对重污染企业绿色技术创新影响的研究设计	27
4.1 样本选取与数据来源	27
4.1.1 样本选取	27
4.1.2 数据来源	28
4.2 变量选取与定义	29
4.2.1 被解释变量	29
4.2.2 解释变量	29
4.2.3 中介变量	29
4.2.4 调节变量	31
4.2.5 控制变量	32
4.3 模型构建	33
4.3.1 基准模型设定	34
4.3.2 基于融资约束的中介效应模型	34
4.3.3 基于财务风险的中介效应模型	35
4.3.4 基于环境规制的调节效应模型	36
4.3.5 基于公司治理水平的调节效应模型	36
5 数字金融对重污染企业绿色技术创新影响的实证分析	37
5.1 描述性统计分析	37

5.2 相关性分析	38
5.3 实证结果分析	40
5.3.1 基准回归分析	40
5.3.2 稳健性检验	42
5.3.3 企业属性异质性分析	43
5.3.4 传导机制分析	45
6 结论与建议	50
6.1 研究结论	50
6.2 研究建议	51
参考文献	54
后 记	61

1 绪 论

1.1 研究背景及意义

1.1.1 研究背景

自中国实行改革开放政策后，经济发展取得了长足进步，其经济规模已位居全球第二。但是，与之相伴而来的是环境恶化、资源消耗、碳排放超标等环境问题。最近几年，中国的发展轨迹从高速度转向了高质量，国家的自主创新水平得到了提升，人们的自主创新能力也得到了加强，研发经费投入稳居世界第二位。时至今日，人民群众对清洁环境、清新空气和清澈水质等绿色生态环境的高品质需求越来越迫切。过去的发展模式伴随大量的能源消耗和环境污染，完全不符合新时代经济高质量发展的要求。因此，必须转变经济发展方式，才能实现高质量、可持续发展。

技术创新是实现我国经济“绿色”、“高品质”发展的重要手段，尤其是绿色技术创新的应用对企业转型升级以及提高供给质量具有根本性的促进作用。党的二十大报告指出，“加快节能低碳先进技术的研发和推广应用”。同时提出要建立以市场为主导的绿色技术创新体制，推动整个产业的环保转型，尤其是推动作为污染源头的重污染企业绿色转型已经变成了一项具有可持续发展意义的重大课题。但是，大多数工业领域的高污染企业因担心高投入且产出周期长等问题，使其难以或者不愿意积极进行绿色技术的研发，导致环境污染无法得到有效控制。因此，实现重污染行业绿色转型升级是环境治理的关键所在，是当前我国亟待重点解决的问题。

绿色技术创新相较于普通的创新投入成本会更大、风险也会更高。如何既满足企业的经济效益，又激发企业进行绿色技术创新的积极性，完成绿色转型，一直以来都是国内外学者研究的前沿问题。现如今，随着人工智能、大数据、移动互联网等信息科技的快速发展，信息科技与传统的金融业正在加快整合，这就产

生了一种全新的金融业态，这就是数字金融。数字金融具有使用门槛低，获取成本低，高效便捷的特点，是引领金融领域发展的风向标。数字金融在缓解融资约束、降低交易成本、优化营商环境、加快产业转型、缩小区域差异和提升发展质量等方面具有独特优势。由于企业的绿色技术创新具有资源投入多、产出不确定性强、项目周期长和资金消耗大的特点，因此，绿色技术的可持续发展必须要有足够的资金来保证。高效率、低成本的融资支撑是促进我国绿色科技发展的关键。所以，在我国高排放型重污染企业“绿色”改造过程中，数字金融将起到无可取代的作用。

然而，从现有文献成果来看，数字金融对重污染企业绿色技术创新影响的相关研究较少。因此，本文将在梳理与总结相关研究成果的基础上，深入研究数字金融对重污染企业绿色技术创新的影响，并对影响机制做出进一步分析。

1.1.2 研究意义

打造绿色创新体系是实现创新驱动战略、推动经济社会绿色可持续发展的关键，但融资约束一直是绿色创新的“拦路虎”。数字技术弥补了传统金融服务的不足，使金融服务范围扩大、渠道拓展，进一步提高金融服务质量与效益，在某种程度上，缓解企业所面临的融资困难。因此，对数字金融与企业绿色技术创新的关系进行探索，对其作用机制进行深入剖析，理论和实践意义都十分重大。

(1) 理论意义

一是在现有文献基础上，以“重污染”型企业为例，以数字金融促进重污染企业的技术进步为切入点，构建理论模型并开展实证检验。现有的文献显示，通过促进经济增长，平衡收入差距，激发创业精神，改善家庭消费和借贷，增加受教育的可能性，可以促进地区的经济增长，改善整体的创新能力，从而促进企业的科技进步。由于，目前还没有较为完善的关于数字金融对企业绿色技术创新研究机制的相关理论与经验研究，本文旨在探索其具体的影响因素。

二是扩大对数字金融的研究领域。本文将研究数字金融如何提高重污染企业的绿色技术研发行为。近年来，国内外学术界已对数字金融对企业发展的作用进

行了广泛关注,尤其是对企业创新、绩效等方面的研究。已有的大部分文献对“数字金融—融资约束—企业创新”的作用机理进行了探索。在上述研究的前提下,我们将从缓解融资约束、规避财务风险两方面入手分析中介传导机制,并引入环境规制、公司治理作为调节因素,深入研究了我国数字金融高质量发展与企业的绿色技术创新之间的内在联系。这为研究数字金融科技、互联网金融模式对企业的影响提供了多重视角。

(2) 现实意义

一是揭示数字金融的发展实质,帮助重污染企业进行绿色技术创新。本文实证检验了数字金融可以借助降低企业信贷市场融资过程中所遇到的制约因素,推动绿色技术进步。这将有助于地方政府相关部门和金融机构结合自身地方经济发展水平、行业分布等实际情况,针对具有地方特色的金融服务产品,制定更适合当地实际的政策措施和创新举措,进一步推动区域内的数字金融体系的快速发展,切实缓解区域内的“融资难、融资贵”问题,推动区域内的“绿色”技术创新。为此,本文运用 Tobit 模型,实证检验我国重污染行业中数字金融发展程度与绿色技术创新之间的关系,以及融资约束、财务风险在其中的中介作用。

二是为金融更好地服务实体经济、促进产业结构转型升级予以政策参考。金融是实体经济的血液,服务实体经济是金融的本质。我们国家金融体系以银行为主体,间接融资比重过高、金融供给不足等问题突出。这使得传统金融在服务和制约实体经济发展的同时,大多数情况面临结构性问题。数字金融借助一连串数字技术创新了金融产品和服务模式。本文研究结论表明,环境规制与公司治理都会促进数字金融有效发展,推进企业绿色技术创新。文章通过构建并验证环境规制对数字金融影响企业绿色技术创新的影响机制。有利于政府了解数字金融发展能助力企业的绿色创新,由此制定出相应的政策,促使重污染企业能在数字金融的推动下,改善企业困境,激发绿色科技创新活力,加快重污染行业绿色转型。

1.2 国内外文献综述

1.2.1 关于数字金融的相关研究

(1) 数字金融内涵研究

数字金融就是将数字技术和传统金融深度融合后产生出的金融新领域，数字金融的内涵与早些年出现的“互联网金融”和“金融科技”的概念类似。“互联网金融”是指金融机构与企业之间通过互联网等信息通讯技术实现资金融通、服务供给以及信息中介的新型金融模式。“金融科技”是指借助技术手段实现对金融创新的推动，并对金融市场与机构、金融产品与服务产生重要影响的新型商业模式。随着银行业的数字化发展，1967年世界上第一台ATM机诞生。随后Bettinger在1972年首次提出“金融科技”这一概念。2008年全球性金融危机的爆发暴露出当时金融体系运行过程中存在的诸多问题。危机过后，对金融监管的迫切需要以及数字技术的蓬勃发展在促进金融科技进步的同时，也推动金融发展迈向新的历史阶段。在这期间“互联网金融”占据了主流位置，同时以电商平台为代表的互联网金融新模式开始崭露头角。2016年的《G20集团数字普惠金融高级原则》首次提出数字普惠金融理念并将其界定为“运用数字金融服务以促进普惠金融的行为，注重强调金融的数字化和普惠价值”。自此，“数字普惠金融”的研究逐渐成为主流，而中国在努力成为引领数字金融发展的一面旗帜。需要注意的是，互联网金融可以看作是互联网企业来从事金融方面的相关业务，更加强调其平台属性；数字金融则主要是向“金融”倾斜，其宗旨是利用数字技术，使得整个金融体系具有更大的开放性和包容性（钱海章等，2020；李骏和谢晗进，2023）。而数字技术与金融实践的融合发展亦衍生出了许多类似的概念，黄益平等（2018）在对相关概念归纳总结的基础上，指出相比于互联网金融，数字金融具有更为丰富的内涵，普惠性是其特有的显著优势。

(2) 数字金融测度研究

2004年支付宝账户体系的诞生标志着我国数字金融进入萌芽阶段，2013年余额宝出现后数字金融得到了迅速发展。在此之后，对数字金融定量测度的方法

研究也越来越旺盛,大量机构和学者对数字金融测度进行深入探讨。关于数字金融发展水平的测度,目前主要存在直接和间接两种方式。直接方式是指用第三方支付、网络借贷额等常见的与数字金融业务相关的单一指标来衡量数字金融的发展程度(邹静和王洪卫,2017)。但是单一指标法存在一定的缺陷,可能会出现对数字金融理解偏差以及适用性存在严重缺陷等问题。间接方式是指依据不同指标体系构建数字金融指数。2012年世界银行同比尔和梅琳达·盖茨基金会共同建立了全球普惠金融数据库,该数据库作为一个国际普惠金融公共指标数据库,具有可对比、可持续监测的优势,对普惠金融研究提供了极大的便利(Demirguc-Kunt and Klapper, 2012)。自2013年起,随着对数字普惠金融的深入研究,迫切地需要能够衡量我国数字普惠金融发展的权威指标,为此北京大学数字金融研究中心于2016年和蚂蚁集团展开合作,从数字金融的覆盖广度、使用深度和数字化程度三个维度入手,编制了一套用以衡量我国数字金融发展水平的评价指标。这项指标在2016年首次发布,并分别于2019年和2021年进行了两次更新,其权威性得到了学者与业界的广泛认可。

(3) 数字金融发展的意义

数字金融作为一种新型金融模式,凭借着数字技术推动整个经济社会实现高质量发展(Arjunwadkar, 2018)。作为近些年来才兴起的新型金融模式,涉及数字金融的理论及实践经验还较匮乏。当前,大多数学者主要围绕数字金融对解决企业融资困境、财务风险以及促进技术升级等方面,探讨数字金融发展与企业经济发展之间的关系。

一是数字金融借助互联网和大数据技术提升了海量信息的搜集、挖掘和快速匹配的能力,减少了信息不对称的问题,进而缓解企业融资困境。Claessens & Laeven (2003)研究表明,健全完备的金融体系能够为企业提供适宜的外部融资环境。相关研究指出,数字金融通过数字化技术的应用在确保金融稳定与金融创新平衡的基础上,能显著扩大金融服务范围(Tsai & Kuan—Jung, 2017),尤其是作为一种可替代性融资方式,与传统融资方式相比,数字金融能够以较低成本,为融资提供更便捷的渠道,切实提高企业融资的可获性(Temelkov & Gogova,

2018)。田杰等（2021）发现，在互联网时代，数字金融与传统的互联网金融相结合，可以降低由于信息不对称、合同不完整而引起的融资摩擦，缓解资金错误配置，提高融资规模。黄锐等（2021）提出，“数字金融”可以有效地降低“产权差别对待”，减轻财政资金的政策倾斜，从而有效地化解我国不同所有制公司发展的不均衡性，并有效地减轻各类型公司的资金制约。

二是数字金融可以提高企业的运营效率，缓解融资约束，从而减少企业的财务风险。通过网络等科技手段，数字化金融可以突破实体营业机构在空间上的制约以及在时间上的限制，从而极大地提升了公司的资本流转效率，极大地拓宽了公司的筹资途径，从而减少了公司的财务风险，实现了公司的高质量发展（潘艺和张金昌，2022）。许芳和何剑（2022）基于2011-2020年中国A股市场中的非金融业上市公司为样本，实证检验了在数字金融对财务风险的影响。结果表明：数字金融可以缓解融资约束、改善信息不对称从而降低企业财务风险。同时，在小规模、非国有企业中，数字金融对公司的财务风险的抑制效果更加明显。

三是数字金融能够助力企业开展绿色创新活动，这一部分将在“关于数字金融对企业绿色技术创新影响的相关研究”进行详细展开。

1.2.2 关于企业绿色技术创新的相关研究

（1）企业绿色技术创新内涵研究

绿色技术创新的内涵由国外学者 Braun（1994）最早提出，即为保护生态环境、提高资源使用效率而对有关技术和产品的创新。AguilerA-Caracuel（2013）表示绿色技术创新涵盖绿色产品的设计与企业的绿色管理等内容。李香菊等（2018）则从“绿色观念”的角度切入，指出绿色技术创新就是借助绿色产品的研发和绿色工艺的应用，推动企业在长期内实现绿色发展。李晓红和金正贤（2023）将绿色技术创新定义为：企业为达到经济和环境双重效益而实行的对技术、工艺或制品进行改进，完善和革新。

（2）企业绿色技术创新测度研究

关于企业绿色技术创新的测度，众多国内外学者做了大量研究，其主要衡量

方法有以下几类：一是运用数据包络分析法（DEA）等非参数方法和主成分法测算绿色技术创新（Song et al., 2018）；二是按照分类，从两个层面——绿色工艺创新和绿色产品创新（向丽和胡珑瑛，2017；罗恩益，2020）或者三个层面——末端治理技术创新、清洁工艺创新和绿色产品创新对绿色技术创新进行测度（刘晓音和赵玉民，2012）；三是借助绿色专利申请量、绿色专利授权量来代表绿色技术创新水平（李婉红，2017；魏丽莉和任丽源，2021）；四是用绿色研发投入来衡量企业绿色技术创新水平（邝嫦娥，2019；李旭，2015）。

（3）企业绿色技术创新影响因素研究

关于企业绿色技术创新的影响因素，有关学者分别从外部环境因素和企业内部因素展开研究。

从内部因素来看，主要表现为企业形象、公司治理水平等方面。Amores-Salvadó et al（2014）基于 157 家金属公司的面板数据，实证探究了企业经济绩效、绿色企业形象以及绿色创新三者之间的关系，指出绿色创新对经济绩效具有积极的正向作用，且绿色企业形象会影响绿色技术创新对经济绩效的作用效果。当前学者们大多是从股权结构、董事会、管理层等角度，从内部治理机制剖析公司治理水平是如何影响绿色技术创新的。在绿色技术创新任务中，高管团队成员部分特征属性会被激活，由此产生的社会分类断裂带和本土情境下的人际关联断裂带对企业绿色技术创新有抑制作用（李楠博，2019）。孙健慧等（2023）研究发现通过引入非国有股东和增加非国有股东委派的董监高人员等方式实施股权结构和高层治理混改，可以显著提高国有企业绿色技术创新绩效。

从外部因素来看，主要体现在市场因素、环境规制以及数字金融等方面。我国经济发展的绿色可持续性要求以及日趋增强的消费者环保意识迫使企业不得不加快产品的绿色转型速度，作为供给端的企业只有积极主动地进行绿色技术创新，获得产品竞争优势，才能更好地满足消费者对绿色产品需求，塑造良好的绿色形象，最终赢得市场的青睐。因此，市场需求、消费者绿色需求对企业绿色创新具有促进作用。目前，关于环境规制对绿色创新的影响研究学界尚未达成一致的结论。邓玉萍等（2021）指出推行绿色低碳的节能政策会对绿色发明专利申请

的数量产生积极影响，但会受制于企业生产成本和创新投入等因素。Petroni 等（2019）则发现，由于环境规制的出现，企业会将技术创新的资金运用到环境保护工作当中，使得企业环境成本内生，导致创新投入减少，阻碍企业绿色创新。

1.2.3 关于数字金融对企业绿色技术创新影响的相关研究

最近几年，金融业依托区块链、云计算、大数据等数字技术的迅猛发展，产生了一种被称为“数字金融”的创新型金融模式，国内外学者对此十分重视。在这当中，数字金融与绿色技术创新之间的关系成为了一个核心议题。多数学者普遍认为数字金融可以促进企业绿色技术创新。李诗琪与杨晨（2018）研究表明，企业的绿色创新受到数字金融的驱动。在此基础上，王智新（2022）认为数字金融发展促进绿色创新表现出边际效应递增的非线性特征，当金融发展、研发创新和产业结构突破自身门槛值，数字金融发展的促进作用得到进一步强化。目前关于数字金融对企业绿色技术创新的影响，学者们大多从融资约束、分析师跟踪预测、数字技术来分析其间接和直接的影响机制。首先数字金融利用大数据、区块链等信息技术手段，可以低成本地为借贷人提供信息，降低信息不对称，方便企业的外部融资，为企业绿色创新提供优质资金（柯颜婷，2022）。在由数字金融衍生出来的互联网融资平台上，公司发布了许多非强制性披露的信息，这给分析师们带来了更多有价值的信息，从而提高了他们的预测精度（杨凡和张玉明，2020）。分析人员提高他们的预测准确率，让投资人能够更加完整地了解到公司的相关情况，这对改进公司价值被低估的情况起到了积极的作用，从而提高了公司管理者和雇员的自信，对推动绿色创新具有积极的作用（王垒和宋天阳，2022）。另外数字金融能够借助网络数字技术进行资源整合，协助公司选择高质量绿色项目，有效推动企业的绿色创新（乔彬等，2021），同时数字金融利用人工智能、大数据等数字技术提高了贷款的审批效率，帮助企业更快地获取绿色研发资金，推动企业绿色技术创新（Frost J.等，2018）。

1.2.4 文献述评

通过梳理以上国内外相关研究可以得出：第一，数字经济发展势头迅猛，其影响已经深入到经济生活的方方面面，包括生产、投资、消费等等。在已有的文献中，虽然已经有学者验证了数字金融发展对企业绿色技术创新具有推动作用，但是大多数停留在理论和政策分析阶段，缺乏具体影响机制方面研究。第二，对企业绿色技术创新的影响因素是多方面的，主要包括内部因素——企业形象、公司治理水平等，以及外部因素——市场因素、环境规制、数字金融等，而数字金融是其中较为重要的影响因素。分析以往学者的研究可以看出，数字金融的高质量发展可以有效促进企业的技术创新。第三，大部分学者只在数字金融总指数上研究两者之间的关系，而没有对细分指标进行考量。并且，针对数字金融对企业绿色技术创新背后的具体影响逻辑，每个学者有不同的看法。

综上所述，基于已有文献，本文拟进行如下补充：（1）除了从数字金融总指数的角度出发实证探究数字金融对绿色技术创新的影响与作用机制外，还将其细分为覆盖广度、使用深度以及数字化程度三个二级维度进行补充回归，分析数字金融对企业绿色技术创新在哪一种维度更具影响。（2）本文不同于选取中小企业作为样本的文献，而是选取沪深两市 A 股重污染企业作为样本，再匹配权威的北京大学数字金融指数，深入探究数字金融对重污染企业绿色技术创新的影响。（3）关于具体的影响机制，大部分学者仅从融资约束进行展开，而本文在已有研究基础上，从融资约束、财务风险的中介机制以及环境规制、公司治理的调节机制四个角度展开，分析数字金融对重污染企业绿色技术创新的具体影响。

1.3 研究方法与内容

1.3.1 研究方法

（1）文献分析法

本文在梳理数字金融与企业绿色技术创新相关文献的前提下，以数字经济理

论、长尾效应理论、信息不对称理论和公司治理理论为依据，最终确立数字金融、融资约束、财务风险与重污染企业绿色技术创新的基本研究思路，此外还考虑到环境规制和公司治理在其中的调节效用。

（2）实证分析法

本文选取 2011-2020 年我国 A 股上市重污染企业的相关数据，选用 Excel、STATA16.0 等数据处理分析工具构建 Tobit 模型，实证分析数字金融及其三个维度对企业绿色创新的差异影响，同时探究和检验了融资约束和财务风险的中介效应以及环境规制和公司治理的调节作用。

（3）定性与定量相结合的研究方法

关于数字金融与企业绿色技术创新关系的研究采用理论与实证结合的方法，对我国实现绿色可持续发展，确定数字金融未来的发展方向具有一定的现实意义。

1.3.2 研究内容

数字金融的发展对我国经济高质量发展提供了强大动力，企业绿色创新为我国推进生态文明建设、实现可持续发展提供了重要支撑。本文首先从理论层面分析了数字金融与企业绿色技术创新之间的关系；其次探讨了数字金融影响企业绿色技术创新的理论基础与影响机制；最后以我国 2011-2020 年 A 股上市重污染企业的面板数据为样本，构建 Tobit 模型实证分析了数字金融对重污染企业绿色技术创新的影响，并根据实证检验结果提出相应的政策建议。

本文研究的基本框架为：

第一章：绪论。本章首先阐述本文的研究背景和意义；其次在对国内外有关文献进行梳理借鉴的同时提出本文的研究方法、内容及框架；最后提出本文的创新点与不足。

第二章：概念界定与理论基础。通过分析和研究以往的文献，本章分别对数字金融、绿色技术创新、融资约束、财务风险、环境规制、公司治理等相关概念进行解释；同时对支撑本文研究的数字经济理论、长尾效应理论、信息不对称理

论和公司治理理论进行一一阐述，构建完善的理论框架。

第三章：数字金融对重污染企业绿色技术创新的影响机制分析。本章从融资约束、财务风险视角切入，梳理出数字金融影响绿色技术创新的中介机制，又基于环境规制、公司治理水平视角，厘清数字金融对企业绿色技术创新影响存在的调节机制。

第四章：数字金融对重污染企业绿色技术创新影响的研究设计。本章首先报告样本的数据来源；其次对变量的选取及定义做仔细阐述；最后对所用模型进行详细介绍。

第五章：数字金融对重污染企业绿色技术创新影响的实证分析。本章基于Tobit模型，来检验数字金融与企业绿色技术创新的关系。通过实证分析解释前文所提出假设，具体内容包含描述性统计分析、相关性统计分析、基准回归分析、稳健性检验、异质性分析及传导机制分析。

第六章：结论与建议。在对本文以上研究的基础之上，本章对实证结论进行了归纳总结，并提出对促进我国数字金融发展、缓解企业融资约束、降低财务风险、实行环境规制、开展公司治理，推动重污染企业绿色技术创新的政策建议。

1.3.3 研究框架图

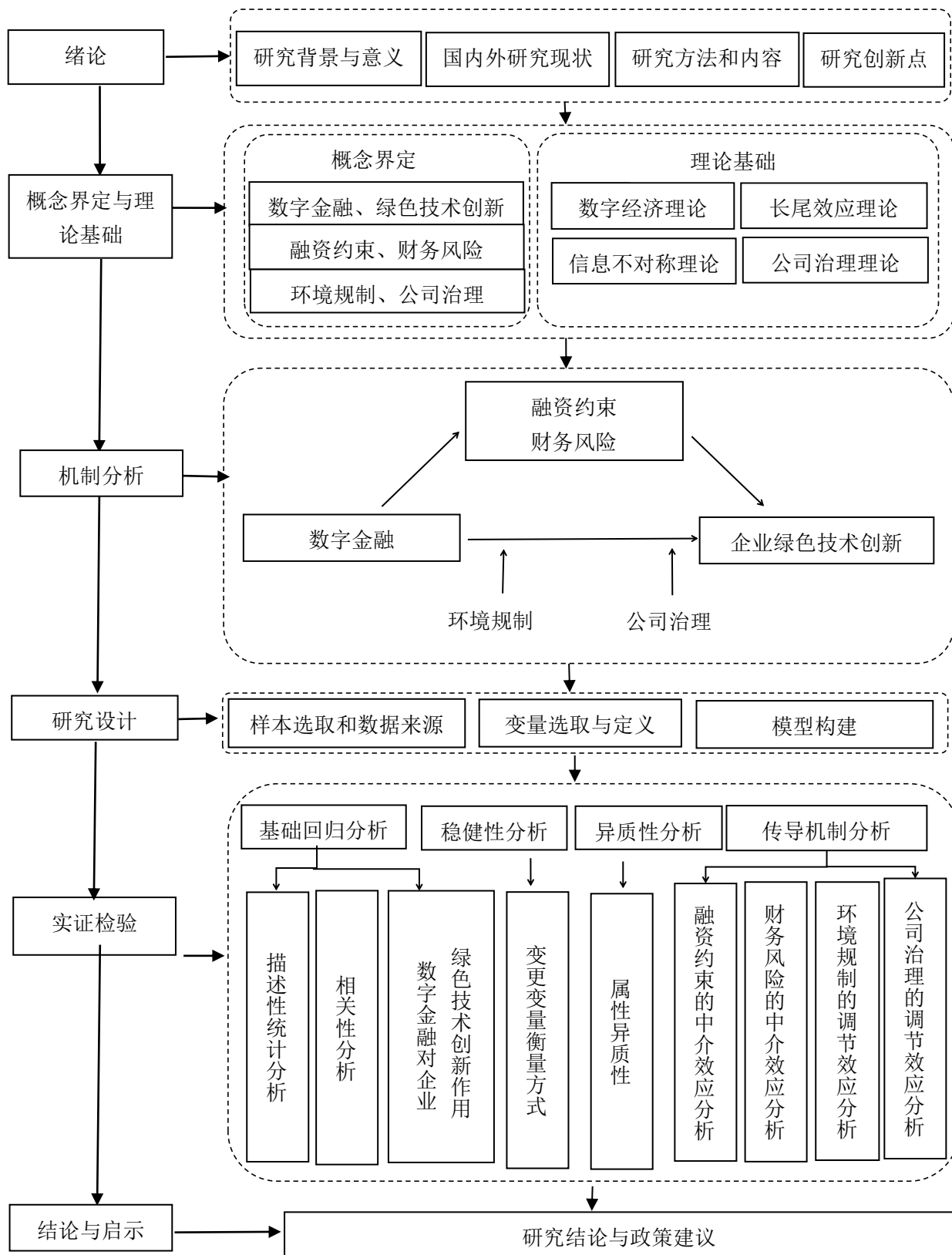


图 1.1 研究框架图

1.4 本文的创新与不足之处

本文可能的创新之处有：

第一，目前大多文献关注于数字金融与技术创新之间的关系，而关注其与绿色技术创新之间关系的文献相对匮乏。

第二，已有研究大多对数字金融和绿色技术创新的影响机理进行了探讨，缺乏对融资约束和财务风险的中介效应、环境规制和公司治理调节效应的深入研究。然而，在此基础上，本文拟将上述要素整合到一个统一的理论框架中，并对其作用机理进行深入剖析。

本文的不足之处有：

第一，样本企业从 2011 年至今保持稳健经营的数量较少，数据获取的难度较大，可选取的变量指标较少，数据缺乏完整性。

第二，数字金融指标选取仅为 2011-2020 年，导致本文的数据选取不得不截止到 2020 年，实证分析结果在更长的时间中是否发生变化还需深入研究，因此数字金融指标体系的完善还有很大的空间。

第三，考虑到数据的可得性，本文仅以沪深两市的重污染企业进行了研究，没有考虑到非上市的重污染企业，样本选择会存在一些偏差的问题。

2 概念界定与理论基础

2.1 概念界定

2.1.1 数字金融

数字金融是指传统金融机构与第三方科技公司之间合作，利用金融科技、人工智能、大数据等信息技术手段催生出的一直新型金融模式。欧盟将数字金融界定为，由数字技术所赋能的新金融领域，其内容主要涉及改变传统银行和金融服务方式的各类产品、应用程序、流程和商业模式。“数字金融”是2016年在杭州召开的G20峰会上，第一次被明确定义，即基于“对用户负责、成本可控、商业可持续”的“数字化”金融服务模式。在黄益平和黄卓（2018）的定义中，“数字金融”是指由传统的银行和互联网企业通过数字化技术实现的融资、支付等一系列的新兴的金融活动。目前，学界对数字金融的定义稍有区别，但其本质仍然是金融，强调以数字科技为手段，发挥更完善的金融服务普惠特质。

2.1.2 绿色技术创新

公司的绿色创新包括了环境创新和生态创新两个方面，是指公司利用一系列的创新行为达到环保、经济和社会的协调发展。绿色创新的内涵主要体现在技术创新、制度创新和文化创新三个方面，而绿色技术创新是其中的关键。绿色技术创新指在遵守生态环境保护原则的基础上，在生产运营过程中展开的一系列的技术创新行为，以及对环保和经济业绩进行提高的一种方式。它是一个公司要想达到环境保护和提高其经济效益双重目标的必经之路。（梁运吉和刘冰冰，2022）

2.1.3 融资约束

在 MM 的观点中，最完美的资本市场应该是完全有效的，即在其运行中不存在任何不必要的损失，不存在任何附加的交易费用，也不存在任何的交易摩擦。在这个条件下，无论是从外部还是从内部渠道进行融资，其费用都是一样的，因此，公司可以灵活地筹措内外资金。在融资方面，公司有内外两个融资途径的自主选择，且二者之间具有等效的互补性。但是，实际的资本市场并非尽善尽美，因其具有的“信息偏向”和“委托-代理”等问题，使得公司的内生资讯很难被外界所知。为避免出现这种情况，投资人采用给予风险额外保费的方法，将一些风险转移到公司身上，使得公司在外部融资的交易费用增大，所以公司在外部渠道融资的费用往往比公司的内部要高，这就造成了公司的融资约束。在已有的文献中，对企业的融资约束进行了概念界定，并对其内涵进行了定义。从更广泛意义上讲，“融资约束”是指在公司投资不能全部依赖于内部资金，而外部资金又无法以一个合适的资金价格获取的情况下，整个公司受到的资金制约。狭义的“融资约束”是指因信息不对称的原因，导致的企业外部融资获取难度高、获取成本高，由此导致企业不能获得应有的一些有价值的投资项目，从而不能获得最大收益。

2.1.4 财务风险

财务风险，即公司因借款未及时归还而导致公司失去偿债能力的可能性以及公司利润和股东收益存在的不确定因素。企业的财务风险贯穿在筹资、投资和生产经营活动各环节中。公司所承受财务风险的大小，会受到很多方面的影响，比如负债方式、期限、资金使用方式等等，而公司的还债压力也会受到财务风险大小的影响。所以，进行融资决策时，既要对资金需求数量进行规划，用适当的方法筹集到所需要的资金，还应对各种融资方式下的风险程度进行全面的考量，有效防范和规避风险。

2.1.5 环境规制

环境规制的实施是解决污染问题、实现绿色可持续发展的必经之路。考虑到环境污染具有负外部性的属性，通过对污染企业进行规制，将整个社会承担的污染成本转化成为其自身的个人成本，这样在一定程度上可以减少环境污染对外部社会的影响。环境规制最初的定义是政府用来限制企业在经营过程中对环境资源破坏的法规。后来又进行了反复修正产生了今天我们所说的环境规制。祁莹茜等（2022）将环境管制定义为：是一种以国家及其有关部门为主体，通过环境法规对各种不同类型的污染物进行适当、科学、有效地控制和管理，从而对环境污染进行有效治理的行为。环境规制利用了国家的强制措施和市场的调节作用，对全社会的生产和经营行为进行控制和规范，让它朝着经济高效、绿色环保的发展道路前进。与此同时，环境规制还可以激励全社会加入到环保行列中来，从而实现经济的绿色可持续发展。

2.1.6 公司治理

经济合作与发展组织（OECD）对公司治理的界定是：董事会、经理、股东等在公司治理结构中的权利与义务。同时，股权激励与约束是公司治理的重要组成部分。在中国，李维安先生认为应该从两个方面来对公司治理进行分析，从狭义的角度来看，公司治理是通过股东大会、监事会、董事会等部门对企业经营者进行控制和约束。从广义上讲，公司治理囊括了涉及利益相关者的有关制度，包括正式制度与非正式制度。从实质上看，公司治理就是公司的一系列制度安排，这些制度安排可以调和公司各方面的利益、减少代理成本、提高决策效率。

2.2 理论基础

2.2.1 数字经济理论

Tapscott 于 1996 年首次提出“数字经济”这一术语，随着其应用范围的不断扩大，人们对其作用的认识也不断加深。陈晓红等（2022）在对相关文献进行梳理的基础上，以“数字经济的普遍适用原则”为指导，提出了构建具有中国特色的“数字经济”的构想。通过对数字经济的定义，指出了数字经济的四大关键：一是数字化信息，通过收集文字、图像和声音等一整套的数据，将其打包保存在特定的媒介中，实现了多样化的检索和利用；二是互联网平台，也就是以互联网技术为前提，构建了一个网络线上市场，可以通过这个线上市场，进行各种信息的交换和贸易，类似于现代的电商平台；三是数字技术，它可以实现海量信息的收集与加工，包括云计算、AI、区块链、大数据等等；四是新型经济模式，利用数字技术与传统经济相结合，形成了个体经济、无人经济等。利用新型数字技术，数字经济将债务人的信息一揽子地采集到一起，为每一个参与者进行信息画像，这样，我们就可以发现潜在的高风险借贷者，并可以对拖欠和违约的风险展开防范，这样就大大减少了对信贷关系的识别费用，提升了企业的融资效率。

2.2.2 长尾效应理论

“长尾效用理论”首次出现是在美国一篇名叫“长尾”的文章上，由 Anderson 提出，它是对沃尔玛超市的商业模式进行分析和研究的，打破了“二八定律”，也就是 20% 的产品创造出 80% 的总收入（Anderson C, 2006）。长尾效用理论指出，处于主流市场之外的差异化潜在需求可以汇聚成与主流市场相匹敌的需求。虽然对单个差异化商品需求数量远远不及市场中畅销品数量，但是市场对差异化产品需求巨大。与此同时，这一理论也可以应用到数字金融领域。因为信息不对称和用户的风险偏好存在差异，传统金融业会将

大量的低收入人群和小微企业排斥在服务范围之外，这就形成了金融市场中的长尾效应。随着数字金融的发展，金融业与互联网、移动通讯等技术相融合，其所能提供的金融服务对象和客户群不断扩大，发展出了一种新型的金融模式，从而大大地降低了金融业务的准入门槛，并对“长尾群体”进行了更大程度的覆盖。

2.2.3 信息不对称理论

信息像任何货物一样，也具有稀缺性，要想获取就要付出成本。在真实的市场经济环境下，同一经济事件中，各个市场参与者所掌握的有效鉴别信息在一定程度上的差别，这就是所谓的信息不对称。而导致不同市场参与主体之间所拥有的有效鉴别信息差别的原因，则是由于经济参与主体通过努力调研、经验等原因，相对于其他人来说，他们的信息渠道更多。在实际的市场经济中，信息总是不对称的，因此，信息充分的一方可以做出更合理的决策，以使自己的利益最大化。数字金融通过信息数字化的方式，对借款人的信息进行了采集和处理，从而让金融机构可以对每一个企业的信息有一个更清晰明确的了解。同时，利用电子数据的处理，使得公司的财务状况更加清晰，风控系统可以根据现有的数据，给出一个合理的融资定价范围，从而将不符合条件的“坏企业”剔除出去，从而降低“好企业”的逆向选择风险。

2.2.4 公司治理理论

公司治理的理念旨在从模式和机制两个方面对现代股份制企业中常见的委托-代理问题进行有效的处理。目前，公司治理主要从公司内部治理和公司外部治理两个方面进行分析。股权结构是公司治理结构的基础，根据公司治理结构的不同，公司治理结构又可划分为内外部两类。前者通过对股东、董事会和管理层等内部组织的内部权力和责任进行合理的分配，从而实现股东利益的最大化。而外部治理指的是将市场作为一个载体，利用外部的力量对公司进行监督和约束，对所有利益相关方的利益关系进行协调，从而确保公

司能够正常、顺利地运转，这与公司的治理结构、外部监管机制和控制权市场机制等问题密切相关。在对公司进行某种程度上的投入同时，公司内部也存在着大量的经营风险，公司内部的经营活动应当由公司内部的相关人员来决定。因此，企业在进行运营过程中，既要听取员工的建议，还要利用治理结构与制度，来调解可能出现的各种冲突，从而提高公司的绩效，使公司更好的发展。

3 数字金融对重污染企业绿色技术创新的影响机制分析

3.1 数字金融对重污染企业绿色技术创新的影响机制

发掘出数字金融在绿色技术创新中的作用，这不但可以帮助公司充分利用好由数字金融来发展绿色技术创新所带来的优势，在其中占领更多的市场经济份额，还可以应对不断变化的、不断发展的、不断完善的生态系统，有助于充分地利用好大数据、物联网、人工智能等数字技术，进一步地对数据进行有效地优化，从而推动了创新资源的流通和绿色技术创新产品的现实应用。

数字金融从直接和间接两个方面影响企业绿色技术创新。数字金融从以下两个方面直接影响重污染企业绿色技术创新。

第一，数字金融拥有数字技术。首先，数字金融以独特的数字技术为基础，有效地识别企业的业务发展能力进而促进绿色技术创新。由于其研发周期较长，投入较大，产出较低，因此，实施绿色创新的过程中，会增加公司的运营成本，财务负担，以及风险等级，使得公司的绿色技术的实施受到了很大的限制。但是，数字金融借助大数据等有关技术，可以从以往的“信用”思维模式中跳出来，以“数据”为依据，准确判断出公司的经营发展潜力，从而为公司消除在实际操作上进行创新的担心。其次，数字金融凭借自身特有的数字技术优化金融资源配置，进而推动企业绿色技术创新。具体来说，数字金融借助数字技术，解决传统金融效率低的问题，让金融机构快速、高效的发放贷款，使社会资源配置更加高效，让企业能够及时迅速得到绿色技术研发资金以提升其绿色技术创新水平；最后，数字金融依靠独特的数字技术，缓解借款人和贷款人之间的信息不对称，降低违约率，提高投资效率，促进企业的绿色技术创新。具体表现为数字金融利用信息技术的优势，收集并整理企业行为数据，使企业内部和外部信息更加透明，提高投资者对公司的信任度，降低资金成本，有效推进公司的绿色技术创新。

第二，数字金融具有绿色属性。数字金融的“绿色”特征，其表现为节省了大量的建设和人力资源等费用，与常规的融资模式相比，它更加的“环保”（柯颜婷，2022）。其中，数字金融机构可以与自己或第三方合作，构建一个数据库，来更详细地收集、挖掘企业的各类与环境保护有关的数据，可以提高公司对环境保护的评价，并且可以大大减少逆向选择和道德风险。同时，通过一个信息技术的平台，数字金融可以对国家环保管理部门和市场间的环保数据进行整合分析，对公司内部的资金运用和分布进行了高效的监督，使得公司的一切掩盖都变得毫无意义，从而促进了公司绿色技术的革新，从而构建了一个数字金融资源绿色化的良性循环。

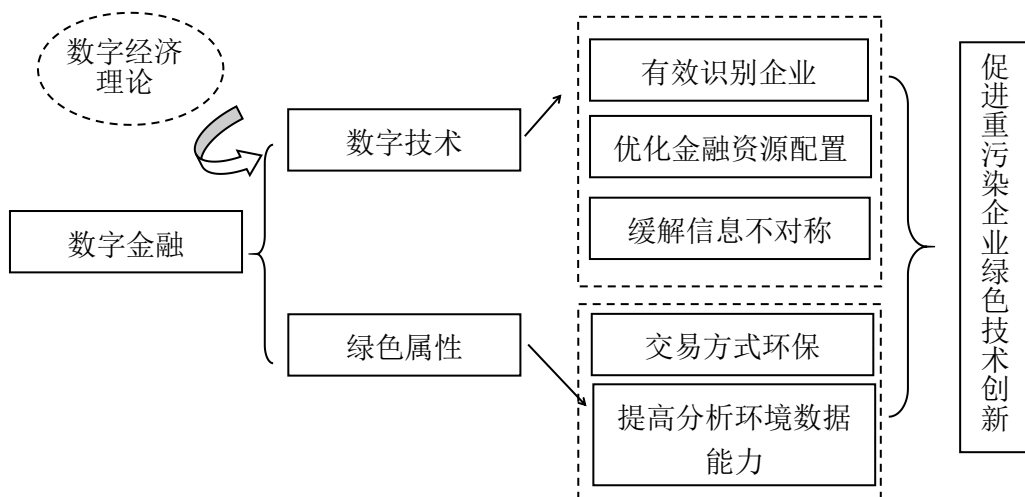


图 3.1 数字金融对绿色技术创新的影响机制图

综合上述分析，提出假设 H1：数字金融可以显著促进重污染企业的绿色技术创新。

3.2 以融资约束为中介的影响机制

数字金融可以在扩大融资规模和提升融资质量的同时，减轻公司的融资压力，从而推动公司的绿色技术创新（王智新等，2022）。首先，数字金融借助现代网络技术，突破了时空和人力的局限，大大减少了公司的信息交易费用、时间费用和搜索费用。其次，在人工智能、物联网等数字技术的基础上，

通过使用数字金融，能够将市场信息和公司的数据进行融合，从而将那些因为企业规模、声誉水平以及信息不对称等原因而不能参加融资的中小企业纳入到了融资的范围之中。利用“长尾”的作用，拓宽融资渠道。就其筹资质量而言，数字金融的作用机理可分为两大部分：一是风险辨识与管控，二是业务集成。以自己的风险识别能力为基础，数字金融与恰当的供应（需求）方相匹配，在对所涵盖的项目和活动进行精确的评价之后，可以持续地降低风险。此外，在发展的进程中，数字金融要跟上时代步伐，持续改进和创新，结合不同产业，提供个性化服务。根据国家的政策导向，为达到环保要求的企业优先提供服务，推动公司之间绿色业务的整合，并通过强化风险控制和绿色业务融合发展的两种方式来提升公司的融资质量。当企业融资约束有所缓解时，可以腾出大量资金投入研发活动中，从而提高企业的绿色技术创新效率。

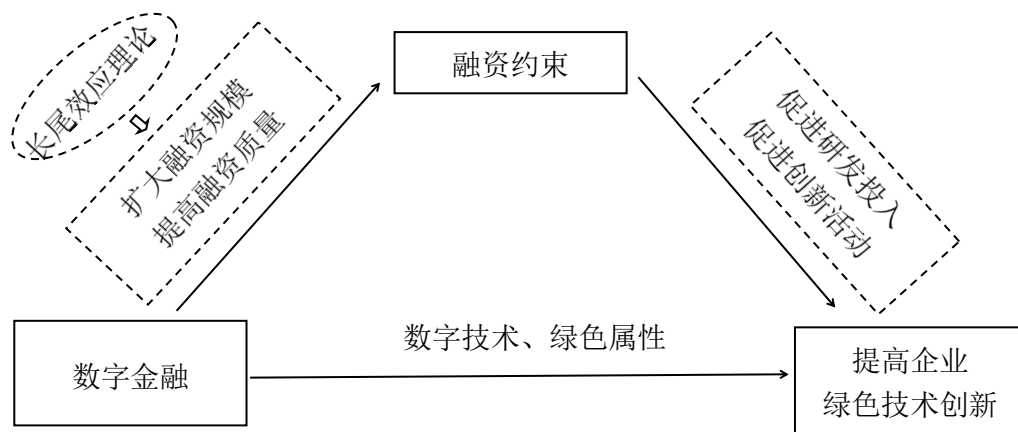


图 3.2 以融资约束为中介的影响机制图

综合上述分析，提出假设 H2：数字金融能够缓解融资约束、降低资金借贷成本，进而助力重污染企业绿色技术创新。

3.3 以财务风险为中介的影响机制

对于公司本身而言，由于公司面临着融资困难，公司需要通过其它途径筹集资金，但通过其它途径筹集的资金费用较高，所以公司需要增加自身的

财务杠杆。首先，高杠杆率导致公司贷款违约的风险增大，造成利息的支出增加，从而导致整体资产收益率下降，引发财务风险，从而阻碍公司的绿色创新。其次，为了符合银行贷款对抵押品的需求，银行还会建议公司加大可抵押的固定资产投资，而降低对绿色技术研究和开发的投入，这会对公司的绿色技术创新能力造成一定的不利影响（陈思等，2017）。以数字技术为基础，数字金融对数据的不对称性进行了一定程度的改善，从而大大地减少了数据的处理时间，提升了数据处理的效率。比如，在蚂蚁金服上，其微型借贷流程由过去的数个月缩减为3秒钟，极大地减少了中小企业的资金周转时间和资金使用费用（Huang Y 等，2018）。除此之外，利用网络技术，数字金融对实体门店的局限进行了突破，它还打破了对常规金融服务的空间和时间的限制，大大提升了公司的资金流转效率和资金利用率，还拓展了公司的融资途径和方法（唐松等，2020），进而减少了公司的财务风险，推动公司的高质量发展。伴随着数字技术的不断发展，公司的信息变得越来越透明，有些不合规的公司融取资金会变得越来越困难（喻平和豆俊霞，2020），迫使他们规范经营，所以这些公司的财务风险也将明显降低。当企业能够控制内部财务风险时，他们更愿意投资创新活动，投资者也更愿意进行投资。另外，在公司财务风险较大的情况下，经理人与股权人的代理问题将进一步加剧。以代理问题有关理论为基础，这时公司的管理人和股东有三个主要动机，即承担高风险的动机，投资不足的动机和“撇油”的动机，这些动机使股东和公司管理层有动力减少创新投资，实现自身利益最大化。因此金融风险可以抑制管理层对创新的投资。

综合以上分析，提出假设 H3：数字金融通过降低财务风险来促进重污染企业绿色技术创新。

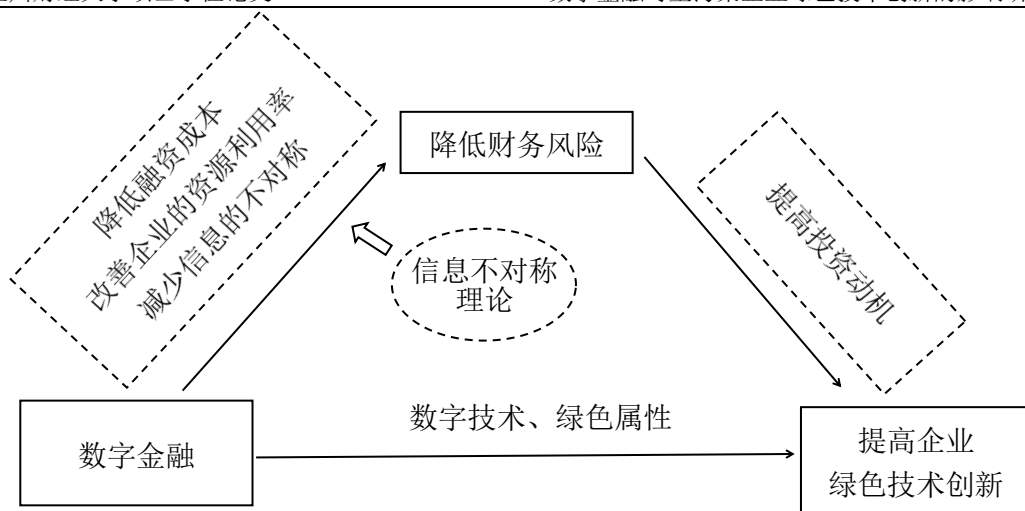


图 3.3 以财务风险为中介的影响机制

3.4 以环境规制为调节的影响机制

从现有的研究成果可以看出，关于环境规制对绿色技术创新的影响，可以将其划分为两种类型，一种是推动理论，另一种是阻碍理论。从推进理论的角度来看，通过国家的环境保护标准和相关政策，可以促使节能型公司的绿色技术研发水平提升，从而推动“三高”公司加速技术创新，加速公司的节能和环境保护的转变。（陶锋等，2021）运用 DID 方法研究表明：“环境监管”能够显著提高企业的绿色科技创新总量与品质，成为推动企业发展的“锦”字之功。从阻碍理论方面来看，（李强和聂锐，2009）分别从“限制”角度出发，指出环境规制会限制“三高”型公司的绿色技术创新，从而对“三高”型公司的绿色技术创新产生了不利影响。基于此，（颜建军等，2016）提出：受环境保护的限制，“三高”行业将面临较高的环境保护成本，特别是对中小规模的“三高”行业，征收环境保护税后，这些行业已经无法支持其在环境保护下的绿色技术研发。为了维护生态安全，区域政府通过调控区域内的环境管理来控制区域内的公众环境（马丹等，2023）。在此期间，为了促使公司切实贯彻政府颁布的环境保护政策，环保部门会对公司的环境业绩进行更为严厉的监督，并对公司的融资活动制定更为严格的环境保护核实制度。这将使得重污染产业很难继续保持“隐匿”状态，进而实现其环保数据的公开和

透明（刘明广，2021）。这与数字金融的概念也是一致的，环境规制有利于强化数字金融在减少信息不对称中的作用。因此，在一些情况下环境规制会激发出数字金融更大的优势。同时，严格的环境规制也可以让公司变得更遵守规则，按照规定的规则来公开自己的环境信息，从而推动了信用体系中各项指标的逐步健全，进而对数字金融体系的完善做出了重要贡献。在此背景下，数字金融通过对低能耗、低污染的公司的识别，可以更好地解决公司对绿色技术的研究和开发所需要的融资问题，进而促进公司的绿色技术创新。

综合以上分析，提出假设 H4：合理的环境规制能正向调节数字金融对重污染企业绿色技术创新的促进作用。

3.5 以公司治理水平为调节的影响机制

从公司治理的角度来看，在公司中，因为所有权和经营权的分开，所以很容易产生经理和老板之间的委托冲突。过去的大部分研究都确认了公司治理水平对于技术创新投资具有积极影响，股权集中度，高层管理者激励，董事会制度等因素对公司技术创新投资效果具有明显的差异性影响（鲁桐和党印，2014；张俊丽等，2015；麻艳琳，2016）。公司治理的调节效应主要体现在如下两个方面：第一，良好的公司治理可以减少在资本市场和公司之间存在的信息不对称，可以有效地减少公司的信息风险（Anderson RC 等，2003）。根据价值最大化的原则，来改进公司信息披露，尤其是环境信息的披露，这会让公司的发展理念得到公开，可以使数字金融在减少信息不对称方面的效果得到增强，让公司的各项信息变得更为完整，可以让公司的资金得到更多的补充，让企业的资金可以得到更高的分配，让他们可以更为准确地为重污产业的技术创新提供资金，促进了公司的绿色技术创新发展（冯波和李强，2015）。第二，在公司内部通过建立一个完善的公司治理结构，可以降低委托代理问题和经理人的非理性决策。良好的公司治理在某种意义上可以对经理人过于自信导致的非理性的投资活动起到显著的制约效果，降低经理人为了寻求权利扩大而导致的过分投资，进而有助于开展具有长期收益的绿色创新

项目。

综合上述分析，提出假设 H5：更健全的公司治理体系，更有利于提高数字金融对重污染企业绿色技术创新的促进作用。

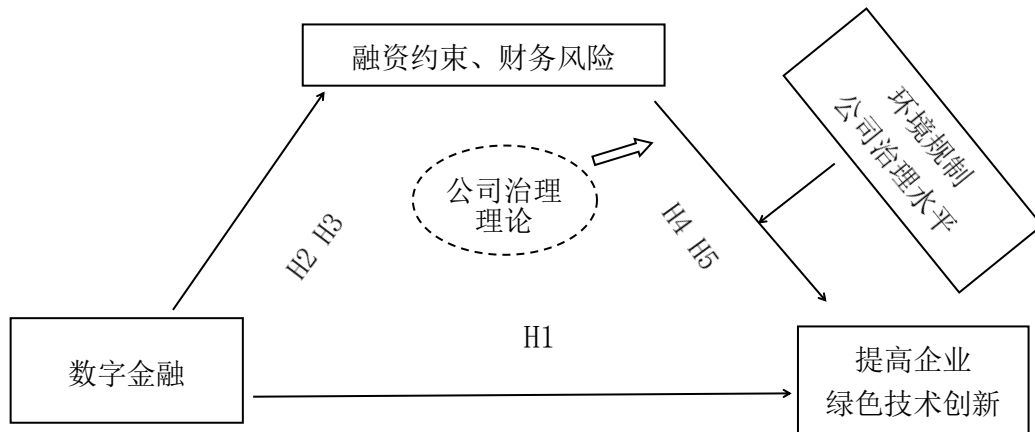


图 3.4 理论模型图

4 数字金融对重污染企业绿色技术创新影响的研究设计

4.1 样本选取与数据来源

4.1.1 样本选取

绿色可持续发展是我国长期以来的一项基本发展策略。我国当前的“绿色发展”仍然受限于较高的“服务费用”，其主要的根源是“绿色技术的缺乏”。当前迫切需要开展广泛的绿色技术革新，以减少绿色生产和消费的费用，从而促进全行业的绿色发展。因此，在我国实施“绿色”转变的过程中，必须进行“绿色”的技术革新。在所有产业中，对生态文明建设阻碍最大的就是重污染企业产生的环境污染问题，推动重污染企业绿色转型能对生态文明建设起到至关重要的作用。考虑到，公司开展的绿色技术研发工作，需要投入巨大资金。外部性融资常常是公司获取资金的一个主要途径，但是外部的融资通常会出现服务成本高、效率低等问题，这就造成了公司很难依靠自身力量打破资金匮乏障碍，从而对公司的绿色技术创新发展造成了很大的困难。因此，本文基于 2011-2020 年我国沪深两市 A 股重污染行业的经验数据，以陈琪（2019）的研究成果为依据，以中国证券监督管理委员会发布的《上市公司环境信息披露指南》为指导，以《上市公司行业分类指引》为依据，确定有色金属矿采选业、造纸和纸制品业、医药制造业等 22 个细分行业为重污染行业范围，具体细分行业如下表 4.1 所示：

表 4.1 重污染行业情况表

B 采矿业	C 制造业	D 电力、热力、燃气及水生产和供应业
B06 煤炭开采和洗选业	C13 农副食品加工业	C27 医药制造业
B07 石油和天然气开采业	C14 食品制造业	C28 化学纤维制造业
B08 黑色金属矿采选业	C15 酒、饮料和精制茶制造业	C29 橡胶和塑料制品业
		D44 电力、热力生产和供应业

续表 4.1

B 采矿业	C 制造业	D 电力、热力、燃气及 水生产和供应业
B09 有色金属矿采选业	C17 纺织业	C30 非金属矿物制品业
B10 非金属矿采选业	C19 皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业	C31 黑色金属冶炼和压延加工业
B11 开采辅助活动	C22 造纸和纸制品业	C32 有色金属冶炼和压延加工业
	C25 石油加工、炼焦和核燃料加工业	C33 金属制品业
	C26 化学原料和化学制品制造业	

4.1.2 数据来源

本文所选样本中的企业规模与营业收入等数据来源于 WIND 数据库、国泰安 (CSMAR) 数据库, 专利数据从国家知识产权局专利检索手工整理后获得。以郭峰等 (2020) 构建的北京大学数字普惠金融指数作为数字金融的衡量指标选择, 金融指数环境规制数据来源于《中国环境年鉴》、《中国环境统计年鉴》和《中国城市统计年鉴》, 并使用 Excel2022、STATA16.0 进行数据整理和分析。为确保本研究成果的准确性和稳定性, 根据下列标准来对样本进行筛选: (1) 为避免因经营绩效极度变动而产生的不良影响, 将 2011-2020 年期间被摘牌、退市以及 ST 的样本排除; (2) 考虑到在重污染行业中, 数字金融对于其绿色技术创新的作用存在一定的时滞效应, 因此将解释变量及控制变量取滞后一期处理。最终选取了 954 家重污染企业, 共 6785 个观察数据。

4.2 变量选取与定义

4.2.1 被解释变量

本文将绿色技术创新作为被解释变量。针对绿色技术创新的衡量，学术界大都是从投入和产出两个方面进行研究。具体来说，在绿色技术创新投入上，通常是用企业研发投入资金量、企业研发人员数量衡量企业绿色技术创新；而在绿色技术创新产出方面，一般以绿色技术专利申请量或绿色技术专利授权量衡量企业绿色技术创新。相比于绿色技术专利授予量，绿色技术专利申请量能够更加高效、准确的反应企业的绿色技术创新。从创新性角度来看，绿色技术专利可以分为绿色发明专利、绿色外观设计和绿色实用新型。与其他专利相比，发明专利更具创造性和技术难度。考虑到绿色技术创新更偏重高技术研发，本文参考（钟优慧和杨志江，2021）的做法，企业绿色技术创新的衡量以“绿色发明专利与绿色实用型专利申请量之和加1取对数”，用 Green 表示。

4.2.2 解释变量

本文将数字金融作为解释变量。选取北京大学数字金融研究中心编制的数字普惠金融指数作为代理变量。截止目前，该指数已进行了三次更新，2011-2015 年为第一期指数，2011-2018 年为第二期指数，最新一期指数为 2011-2020 年的数据。基于此，本文选择最新一期的 2011-2020 年地级市层面数字金融指数来代表数字金融水平。考虑到数字金融指数与重污染行业企业数据的数值相差巨大，借鉴唐松等（2020）的做法，将数字金融指数以及其三个维度指标均做归一化处理。

4.2.3 中介变量

（1）融资约束

本文将融资约束作为中介变量。从现有研究来看，有关融资约束指标的选取办法大体上包含以下几种：一是采用公司内部单一指标进行衡量，如企业规模、股利支付水平、利息保障倍数杠杆率等。（2）使用多变量综合指标进行衡量。具体来说，是利用因子构成法等方法，构建能够衡量企业融资约束的综合指标，包含：SA 指数、FC 指数以及 WW 指数。本文使用 SA 指数测度企业融资约束，原因如下：第一，SA 指数的计算和数据可得性和其他指数相比有明显优势；第二，SA 指数使用的融资变量为企业规模和企业年龄，这两个变量不会随时间推移出现明显变化，并且不包含有内生性特征；第三，SA 指数具有较强的稳健性。基于此，大量中国学者曾研究 SA 指数在我国市场大环境中的有效适用性。鞠晓生（2013）研究得出，SA 指数划分的融资约束程度与 WW 指数的结果是一样的，同时这一结果被许多学者引用认证，因此本文选取 SA 指数测量企业的融资约束更加稳健且更适用于我国的企业。SA 指数的表达式为：

$$SA = -0.737SIZE + 0.043SIZE^2 - 0.04age \quad (4.1)$$

其中，SIZE 为企业年末总资产（百万元）的自然对数，AGE 为企业年龄。通过该公式计算得出的 SA 指数为负数。当其值越小时，企业面临的融资约束程度越轻。

（2）财务风险

同时，本文还将财务风险作为中介变量。借鉴 Altman（1968）的风险 Z 值进行测算。根据我国的实际情况，调整计算方法如下。Z 值越小，表明企业的财务风险越大。

$$Z = 1.2X_1 + 1.4X_2 + 3.3X_3 + 0.6X_4 + 0.999X_5 \quad (4.2)$$

其中， X_1 为（流动资产-流动负债）/资产总额； X_2 为（未分配利润+盈余公积金）/资产总额； X_3 为（税前利润+财务费用）/资产总额； X_4 为（每股市价*流通股数+每股净资产*非流通股数）/负债总额； X_5 为主营业务收入/资产总额。

4.2.4 调节变量

(1) 环境规制

环境管制的执行力度，在很大程度上取决于地方政府对其进行环境管制的意志，具体表现为对其进行环保投资以及对其进行环境管制的力度。因为很难得到各个区域环保投资的资料，也很难对各个区域的环境规制力度进行度量。因此，我们将重点放在了对其进行污染控制的效果上，来研究地方政府实施的环境规制力度。针对工业废物排放量，我们参考沈坤荣等（2017）的做法，选取工业烟尘排放量（万吨）、工业废水排放量（立方米）和工业废气二氧化硫排放量（万吨），使用熵值法综合指数来计算其对环境规制的影响。具体计算方法参照雷玉桃等（2020），计算过程如下：

首先，对工业污染物排放量进行标准化处理：

$$P_{ij} = \frac{X_{ij} - \min(X_{ij})}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})} \quad (4.3)$$

其中， i 为省份，共 30 个省份； t 为年份，跨度为 2011-2020 年，共 10 年； j 为污染物 j 的排放量，共 3 种污染物。

其次，确定污染物 j 的比重：

$$Q_{ij} = \frac{P_{ij}}{\sum_{i=1}^{30} \sum_{t=2011}^{2020} P_{ij}} \quad (4.4)$$

然后，计算污染物 j 的熵值，如式（4.4）所示。

$$E_j = -k \sum_{i=1}^{30} \sum_{t=2011}^{2020} Q_{ij} \ln(Q_{ij}) \quad (4.5)$$

其中， $k = \frac{1}{\ln(rn)} > 0$ ，本文中， $r=30$ ， $n=10$ ，当 $Q_{ij}=0$ 时，令

$Q_{ij} \ln(Q_{ij})=0$ 。接下来，计算污染物 j 差异系数：

$$G_j = 1 - E_j \quad (4.6)$$

进一步得到污染物 j 的权重：

$$W_j = \frac{G_j}{\sum_{j=1}^3 G_j} \quad (4.7)$$

最后，加权求和得到环境规制综合指标值：

$$I = \sum_{j=1}^3 P_{ij} W_j \quad (4.8)$$

(2) 公司治理

本文运用主成分分析法，采用顾乃康和周艳利（2017），张会丽和陆正飞（2012）的研究方法，从监督、激励、决策等角度构建全面测度公司治理绩效的评价体系，并通过对公司内部控制绩效的评价。选择管理层报酬（Mana_Pay）与管理层持股比例（Mana_Share）来代表公司治理中的激励方式，选择独董比率（Outratio）与董事会规模（Board）来代表董事会的监管功能，选择机构持有率（Inst_Share）和股权制衡度（Share_Balance）来代表公司的监管功能，选择董事长与总裁能否同一（Dual）来代表总经理的决策权。在此基础上，利用 PCA 方法建立了我国上市重污染企业的管理绩效评价体系。根据主成份分析方法得出的第一个主要成份，是一个可以体现公司治理水平的全面指标，我们把这个指数与-1 相乘，就可以获得一个公司治理水平的参数（Govern），Govern 的值越大，表示公司治理水平越低。

4.2.5 控制变量

借鉴王营和冯佳浩（2022）、李青原和肖泽华（2020）的做法，选取以下变量为控制变量：企业现金持有水平（Cf）、资产负债率（Lev）、盈利能力（Roa）、企业规模（Size）、营业收入增长率（Growth）、成长性（TobinQ）、公司成立年数（Age）。以上全部变量的详细说明见下表 4.2 所示：

表 4.2 变量定义及说明表

变量类型	变量名称	变量符号	变量说明
被解释变量	绿色技术创新	Green	企业当年绿色发明专利与绿色实用新型专利申请量之和加1取对数
	数字金融指数	DIFI	
解释变量	数字金融覆盖 广度指数	DIFI_CB	来自北京大学数字普惠金融指数，为使 数据量级统一，所有指数均除以 100
	数字金融使用 深度指数	DIFI_UD	
	数字化程度指 数	DIFI_DL	
	融资约束	SA	借助hadlock和pierce的算法
	财务风险	Z	借助Altman的算法
	环境规制	ERI	三废熵值法计算的环境规制数据
	调节变量	公司治理水平	Govern
现金流水平		CF	经营活动产生的现金流量净额对数值
资产负债率		Lev	总负债÷总资产
公司盈利能力		ROA	资产净利率=净利率/平均净资产
公司规模		Size	总资产的自然对数
控制变量	营业收入增长 率	Growth	(本年营业收入/上一年营业收入) -1
	成长性	TobinQ	(流通股市值+非流通股股份数*每股净资产 +负债账面值) /总资产
	公司年龄	Age	统计当年年份与公司成立年份差额取自然对 数

4.3 模型构建

为检验第 3 章的研究假设，本文以第 4 章前两节的样本数据为支撑，构建 Tobit 模型进行面板数据回归，检验数字金融对企业绿色技术创新产生的效果。选择 Tobit 模型进行回归的原因如下：本文研究的样本中，绿色技术创新

为 0 的企业占总样本数据量的 79%(5364/6785),即样本总体呈现左偏态特征。在此情形下,若采用一般的线性回归方法,即最小二乘法(OLS)进行全样本的线性回归,则会造成结果与真实情况发生偏离。这是因为当因变量被截堵后,尽管已经有了所有的观测值,但仍会将一些观测值压缩成一个小点,此时,企业绿色技术创新水平的概率分布就是一个由一个连续分布和一个离散点共同构成的离散联合分布。在这种情况下,无论是利用全样本数据回归,还是利用淘汰离散点后的子样本数据回归,都无法通过 OLS 方法获得统一的估算值,导致回归系数产生偏差。因此,本文选择 Tobit 模型对样本数据进行回归以解决这一问题。

4.3.1 基准模型设定

为研究数字金融对重污染绿色技术创新的影响,本文构建模型如下:

$$Green_{it} = \beta_0 + \beta_1 DIFI_{it-1} / DIFI_CB_{it-1} / DIFI_UD_{it-1} / DIFI_DL_{it-1} + \lambda \sum Control_{it} + \varepsilon_{it-1} \quad (4.9)$$

在此模型中, i 和 t 分别表示企业和年份,绿色技术创新($Green$)作为被解释变量,数字普惠金融指数($DIFI$)、数字金融覆盖广度指数($DIFI_CB$)、数字金融使用深度指数($DIFI_UD$)、数字化程度指数($DIFI_DL$)作为解释变量, $Control$ 表示本文前述控制变量, ε_{it} 为随机扰动项。由于数字金融在对重污染企业绿色技术创新的影响过程中可能存在滞后效应,文章将数字普惠金融指数和其他控制变量都滞后了一期。

4.3.2 基于融资约束的中介效应模型

为考察数字金融是否可以通过减轻企业融资约束,进而推动重污染企业的绿色技术创新,本文参考温忠麟和叶宝娟(2014)所提出的中介效应程序在上文提到的 4.9 公式基础上中构建中介效应模型如下:

$$Green_{it} = \beta_0 + \beta_1 DIFI_{it-1} + \lambda \sum Control_{it-1} + \varepsilon_{it-1} \quad (4.9)$$

$$SA_{it} = \mu_0 + \mu_1 DIFI_{it-1} + \lambda \sum Control_{it-1} + \varepsilon_{it-1} \quad (4.10)$$

$$Green_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 DIFI_{it-1} + \alpha_2 SA_{it} + \lambda \sum Control_{it-1} + \varepsilon_{it-1} \quad (4.11)$$

其中，中介变量是企业融资约束（SA）。根据中介效应的检验方法，模型 4.9 中的系数 β_1 反映了数字金融对重污染企业绿色技术创新总效应大小，模型 4.10 中的系数 μ_1 检验了数字金融对中介变量——企业融资约束的影响，模型 4.11 中的系数 α_1 是检验在控制了中介变量融资约束的影响后，数字金融对重污染企业绿色技术创新的直接效应，系数 α_2 与模型 4.10 中系数 μ_1 的乘积 $\alpha_2 \mu_1$ 为融资约束在数字金融对重污染企业绿色技术创新影响中所发挥的中介效应。

4.3.3 基于财务风险的中介效应模型

为了检验数字金融能否通过降低企业财务风险从而促进重污染企业绿色技术创新，本文参考温忠麟和叶宝娟（2014）所提出的中介效应程序在上文提到的 4.9 公式基础上中构建中介效应模型如下：

$$Green_{it} = \beta_0 + \beta_1 DIFI_{it-1} + \lambda \sum Control_{it-1} + \varepsilon_{it-1} \quad (4.9)$$

$$Z_{it} = \mu_0 + \mu_1 DIFI_{it-1} + \lambda \sum Control_{it-1} + \varepsilon_{it-1} \quad (4.12)$$

$$Green_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 DIFI_{it-1} + \alpha_2 Z_{it} + \lambda \sum Control_{it-1} + \varepsilon_{it-1} \quad (4.13)$$

其中，中介变量是企业财务风险（Z）。根据中介效应检验方法，模型 4.9 中系数 β_1 反映了数字金融对重污染企业绿色技术创新总效应大小，模型 4.12 中的系数 μ_1 检验了数字金融对中介变量，即企业财务风险的影响，模型 4.13 中的系数 α_1 是检验在控制了中介变量财务风险的影响后，数字金融对重污染企业绿色技术创新的直接效应，系数 α_2 与模型 4.12 中系数 μ_1 的乘积 $\alpha_2 \mu_1$ 为

财务风险在数字金融对重污染企业绿色技术创新影响中所发挥的中介效应。

4.3.4 基于环境规制的调节效应模型

为了考察环境规制是否会调节数字金融与重污染企业绿色技术创新之间的影响，本文选取环境规制（ERI）与数字金融指数（DIFI）的交乘项，重点关注交乘项系数，构建的模型如下：

$$\begin{aligned} Green_{it} = & \beta_0 + \beta_1 c_DIFI_{it-1} + \beta_2 c_ERI_{it-1} + \\ & \beta_3 c_DIFI_{it-1} * c_ERI_{it-1} + \lambda \sum Control_{it-1} + \varepsilon_{it-1} \end{aligned} \quad (4.14)$$

4.3.5 基于公司治理水平的调节效应模型

为了考察公司治理水平是否会调节数字金融与重污染企业绿色技术创新之间的影响，本文选取公司治理水平（Govern）与数字金融指数（DIFI）的交乘项，重点关注交乘项系数，构建的模型如下：

$$\begin{aligned} Green_{it} = & \beta_0 + \beta_1 c_DIFI_{it-1} + \beta_2 c_Govern_{it-1} + \\ & \beta_3 c_DIFI_{it-1} * c_Govern_{it-1} + \lambda \sum Control_{it-1} + \varepsilon_{it-1} \end{aligned} \quad (4.15)$$

5 数字金融对重污染企业绿色技术创新影响的实证分析

基于以上机理分析和研究设计，本章首先对所选择的变量进行了变量描述性统计和相关性分析，然后根据中介效应与调节效应的检验程序，进行了实证验证，验证了数字金融在重污染企业绿色技术创新过程中的影响，验证了融资约束和财务风险在其中的中介作用，并探讨了环境规制和公司治理在其中的调节作用。

5.1 描述性统计分析

对重污染企业样本数据进行描述性统计如下表 5.1。从表中数据可知，绿色技术创新均值为 0.275，标准差 0.632，其变动区间为[0, 4.431]，表明不同企业间绿色专利申请量相差悬殊。数字金融指数 DIFI 最大值为 3.344，最小值仅为 0.212，表明各地区的数字金融发展水平相差较大，但近年来总体增长较快。从分指数来看，数字金融覆盖广度的最小值和最大值都低于总指数，甚至一小部分偏远地区在早期年份出现过指数为负的情况。使用深度更接近总指数的分布，说明在使用深度指数中存在较多偏大值。数字化程度总体上大于总指数，平均值为 2.202，为数字金融指数中最高，最大值 5.812，同样是所有指数中的最大值，但最小值仅为 0.036，标准差 0.844，大于其他几种数字金融指数。描述性统计说明总体上数字化程度发展水平是比较高的，但是不同的年份，各地区之间存在较大差异。中介变量融资约束（SA）的最大值为-2.367，最小值为-4.858，标准差为 0.238，均值为-3.802，说明在我国上市的重污染企业的融资约束呈现较为均匀的分布，且融资约束在各个企业之间的存在较小的差异。调节变量环境规制（ERI）最大值为 2.585，最小值为 0，均值为 0.703，环境规制均值偏低，说明各地区整体的环境规制比较松，只有部分地区的环境规制比较严格，高达 2.58 以上，这表明重污染企业的环境保护意识程度还比较低，对于环境保护的执行措施还需加强。调节变量公司治理（Govern）的均值为-0.209，最小值为-2.891，最大值为 2.938，说明重污染

行业的企业内部治理还不够完善，内部治理的水平需要提高，小部分公司内部治理较为全面，公司的治理水平较低的企业占大多数。其他控制变量的描述性统计分析结果详情见表 5.1。

表 5.1 描述性统计分析结果

	均值	标准差	最小值	最大值	样本量
Green	0.275	0.632	0	4.431	6785
DIFI	2.029	0.698	0.212	3.344	6785
DIFI_CB	1.994	0.676	-0.105	3.264	6785
DIFI_UD	1.998	0.731	0.125	3.497	6785
DIFI_DL	2.203	0.844	0.036	5.812	6785
SA	-3.802	0.238	-4.858	-2.367	6785
Z	5.032	8.603	-5.709	284.4	6785
ERI	0.703	0.627	0.	2.585	6785
Govern	-2.091	0.937	-2.891	2.938	6785
CF	13.98	13.47	-23.19	26.48	6785
Lev	0.418	0.201	0.007	1.649	6785
ROA	0.043	0.071	-1.137	0.598	6785
Size	22.33	1.259	18.18	28.54	6785
Growth	0.231	1.968	-0.910	84.99	6785
TobinQ	1.991	1.807	0.152	86.49	6785
Age	2.936	0.280	0	4.127	6785

数据来源：企业规模与营业收入等数据来源于 WIND 数据库、国泰安（CSMAR）数据库；专利数据从国家知识产权局专利检索手工整理后获得；数字金融数据来源于北京大学数字普惠金融指数；金融指数环境规制数据来源于《中国环境年鉴》、《中国环境统计年鉴》和《中国城市统计年鉴》。

5.2 相关性分析

本部分利用皮尔森的相关系数矩阵，对各主要变量的正、负向关系进行了初步的分析，并对其中的解释因素是否存在多重共线性进行了分析。结果见下表 5.2，可以看出，表中的变量系数都低于 0.6，这表示了变量之间的多重共线性问题是不存在的。通过观察核心解释变量和被解释变量的系数，发现数字金融与重污染企业绿色技术创新之间存在明显的正相关性。这说明，

利用数字金融可以帮助重污染企业开展绿色技术的研发。研究表明，在 1%的水平下，融资约束与重污染企业绿色技术创新呈现显著负相关，表示重污染企业的绿色技术创新活动受到融资约束的制约。绿色技术创新是一项投入成本大，产出周期长的活动，而融资约束会使企业研发投入资金减少，使其成为制约企业绿色发展的重要因素。在 1%的水平下，数字金融与融资约束之间存在着极强的负相关关系，这说明了数字金融对企业融资约束有明显的改善作用。数字金融利用数字化技术的优势，构建出一个完整的金融信息系统，降低信息的不对称，进而解决企业的融资制约难题。所以，数字金融将会缓解重污染企业的融资约束来推动其绿色技术创新。

表 5.2 皮尔森相关系数矩阵

变量	Green	DIFI	DIFI_CB	DIFI_UD	DIFI_DL	SA
Green	1					
DIFI	0.033***	1				
DIFI_CB	0.025**	0.985***	1			
DIFI_UD	0.030**	0.971***	0.930***	1		
DIFI_DL	0.053***	0.931***	0.879***	0.884***	1	
SA	-0.090***	-0.390***	-0.369***	-0.373***	-0.410***	1
Z	0.060***	0.047***	0.045***	0.046***	0.047***	-0.0110
ERI	0.033***	-0.031**	-0.038***	-0.026**	-0.0160	-0.021*
Govern	-0.125***	0.073***	0.070***	0.089***	0.044***	0.069***
CF	0.068***	0.122***	0.117***	0.122***	0.116***	-0.029**
Lev	0.102***	-0.108***	-0.094***	-0.137***	-0.082***	-0.0150
ROA	0.00100	0.020*	0.0120	0.042***	0.00300	0.0160
Size	0.248***	0.163***	0.169***	0.133***	0.168***	0.077***
Growth	-0.0160	-0.0100	-0.0170	-0.00200	0	0.0100
TobinQ	-0.074***	0.032***	0.034***	0.0120	0.051***	-0.0190
Age	-0.042***	0.493***	0.483***	0.469***	0.485***	-0.716***

续表 5.2

变量	Z	ERI	Govern	CF	Lev	ROA
Z	1					
ERI	-0.0110	1				
Govern	0.088***	0.098***	1			
CF	-0.00100	0.0150	-0.112***	1		
Lev	-0.442***	-0.034***	-0.293***	-0.025**	1	
ROA	0.228***	0.0130	-0.00200	0.213***	-0.396***	1
Size	-0.245***	-0.072***	-0.450***	0.231***	0.459***	0.027**
Growth	-0.0140	-0.0190	0.0160	-0.0140	0.029**	0.099***
TobinQ	0.506***	-0.034***	0.049***	-0.044***	-0.175***	0.155***
Age	0.023*	-0.035***	-0.118***	0.073***	0.062***	-0.0130
变量	Size	Growth	TobinQ	Age		
Size	1					
Growth	0.0120	1				
TobinQ	-0.280***	-0.00200	1			
Age	0.117***	-0.00800	0.060***	1		

注：1%和 5%和 10%分别用***、**和*表示

5.3 实证结果分析

5.3.1 基准回归分析

本文利用模型（4.9）对数字金融与重污染企业绿色技术创新之间的关系进行了实证检验，得到回归结果如表 5.3 的（1）所示。从回归结果来看，在 5%的水平下，数字金融指数与重污染企业绿色技术创新呈显著正相关，表明提高数字金融水平能够使重污染企业进行有效的绿色技术创新，因此假设 H1 成立。

在此基础上，深入研究我国重污染企业在数字金融的不同维度下绿色技

术创新的效果差异。将模式（4.9）中的数字金融指数，分别用数字金融覆盖广度指数、数字金融使用深度指数和数字化程度三个分指数进行了替代，并以此为基础进行了初步的稳健性检验，其结果见表 5.3 中（2）-（4）列。研究发现，在三种指标中覆盖广度系数未达到显著性水平，由此可以推断，覆盖广度对绿色技术创新不能产生显著影响。使用深度系数为 0.033，在 1%水平下明显为正数，表明数字金融的深入对重污染企业的绿色技术创新有明显的推动作用。在 1%的情况下，数字化程度的系数为 0.049，这表明数字化程度的提高对重污染企业绿色技术创新的促进作用是非常明显的。所以，总体来说，单纯地依赖于数字金融覆盖面的扩展，并不能使公司的来说技术创新得到提升。在今后的发展中，数字金融应当更加重视为企业服务的深度，从而使数字金融更好地服务实体经济。

表 5.3 数字金融对重污染企业绿色技术创新的基础回归结果

变量	(1) Green	(2) Green	(3) Green	(4) Green
DIFI	0.032** (2.44)			
DIFI_CB		0.016 (1.19)		
DIFI_UD			0.033*** (2.68)	
DIFI_DL				0.049*** (4.69)
CF	0.001 (1.51)	0.001 (1.57)	0.001 (1.50)	0.001 (1.42)
Lev	0.072 (1.38)	0.054 (1.05)	0.076 (1.46)	0.094* (1.83)
ROA	0.210 (1.42)	0.195 (1.32)	0.199 (1.35)	0.251* (1.69)
Size	0.080*** (10.33)	0.082*** (10.53)	0.080*** (10.48)	0.076*** (9.89)
Growth	-0.006 (-1.04)	-0.006 (-1.01)	-0.006 (-1.05)	-0.006 (-1.11)
TobinQ	-0.016* (-1.94)	-0.016* (-1.92)	-0.015* (-1.81)	-0.019** (-2.18)
Age	-0.185*** (-5.92)	-0.165*** (-5.36)	-0.188*** (-6.03)	-0.217*** (-6.96)
constant	-7.763*** (-9.14)	-8.036*** (-9.46)	-7.809*** (-9.29)	-7.188*** (-8.45)
N	5575	5575	5575	5575
Pscudo R^2	0.0331	0.0326	0.0333	0.0351

注：1%和 5%和 10%分别用***、**和*表示，变量系数括号内为 t 统计量。

5.3.2 稳健性检验

本文参考王霄等（2021）的做法，为进一步检验实证结果的稳健性，采用变更解释变量衡量指标的方法做进一步检验。本文将数字金融发展水平的衡量指标从地级市的数字金融总指数变更为省级数字金融总指数，得出结果如表 5.4 所示。可以看出结果与 5.3 没有大的差别，不同维度的指数均能正向促进绿色技术创新，进一步表明数字金融对重污染企业绿色技术创新存在激励作用，主效应结果较为稳健，再次验证假设 H1。

表 5.4 稳健性检验

变量	(1) Green	(2) Green	(3) Green	(4) Green
DIFI	0.028** (2.86)			
DIFI_CB		0.021** (2.12)		
DIFI_UD			0.025*** (2.66)	
DIFI_DL				0.033*** (4.38)
CF	0.001 (1.46)	0.001 (1.51)	0.001 (1.48)	0.001 (1.38)
Lev	0.081 (1.54)	0.070 (1.35)	0.076 (1.47)	0.089* (1.73)
ROA	0.213 (1.44)	0.202 (1.37)	0.194 (1.31)	0.270* (1.81)
Size	0.079*** (10.28)	0.080*** (10.38)	0.081*** (10.56)	0.076*** (9.90)
Growth	-0.006 (-1.05)	-0.006 (-1.03)	-0.006 (-1.05)	-0.006 (-1.10)
TobinQ	-0.016* (-1.91)	-0.016* (-1.90)	-0.015* (-1.74)	-0.020** (-2.37)
Age	-0.191*** (-6.11)	-0.180*** (-5.78)	-0.185*** (-6.03)	-0.209*** (-6.79)
constant	-7.763*** (-9.00)	-7.788*** (-9.12)	-7.861*** (-9.39)	-7.256*** (-8.52)
N	5575	5575	5575	5575
Pseudo R^2	0.0334	0.0330	0.0333	0.0347

注：1%和 5%和 10%分别用***、**和*表示，变量系数括号内为 t 统计量。

5.3.3 企业属性异质性分析

为探讨数字金融对企业绿色技术创新的影响是否会因企业产权不同而有所差异，本文将研究数据划分为两类：国有企业类和非国有企业类，实证结果见表 5.5。研究发现，在国有企业样本中仅有数字金融使用深度指数和数字化程度对企业绿色技术创新具有显著促进作用，数字金融覆盖广度指数和数字金融总指数对企业绿色技术创新均不显著，但在非国有企业样本中数字化总指数和三个分指数均显著为正，这表明了数字金融给非国企所带来的绿色技术创新效果更大。原因可能如下：由于不同企业的产权特性不一样，与国企相比，非国企的金融约束更大，进行绿色技术创新的动力更低。但是，数字金融给人们带来了一个更加便利的公众金融平台，它可以使用数字技术来实现对公司的数字化转型，同时还可以使用物联网等构建信息连接平台，从而加速了公司之间的信息传输，从而可以改善非国有企业信息不对称现状，让公司在环保技术创新早期的资金需要获得有效满足。

表 5.5 异质性分析结果

变量	(1) Green	(2) Green	(3) Green	(4) Green
国有企业				
DIFI	0.041 (1.56)			
DIFI_CB		-0.002 (-0.08)		
DIFI_UD			0.048* (1.94)	
DIFI_DL				0.098*** (4.68)
CF	0.002 (1.52)	0.018 (1.60)	0.002 (1.49)	0.002 (1.37)
Lev	-0.109 (-1.14)	-0.159* (-1.68)	-0.096 (-1.01)	-0.029 (-0.30)
ROA	-0.214 (-0.70)	-0.298 (-0.98)	-0.225 (-0.75)	-0.036 (-0.12)
Size	0.085*** (6.39)	0.092*** (6.86)	0.084*** (6.48)	0.074*** (5.70)
Growth	0.002 (0.22)	0.002 (0.26)	0.001 (0.19)	0.001 (0.10)

注：1%和 5%和 10%分别用***、**和*表示，变量系数括号内为 t 统计量。

续表 5.5

变量	(1) Green	(2) Green	(3) Green	(4) Green
TobinQ	-0.044** (-2.24)	-0.045** (-2.26)	-0.043** (-2.15)	-0.047** (-2.36)
Age	-0.347*** (-5.07)	-0.284*** (-4.25)	-0.360*** (-5.30)	-0.464*** (-6.78)
constant	-4.784*** (-3.35)	-5.745*** (-4.02)	-4.690*** (-3.35)	-3.102** (-2.20)
N	2338	2338	2338	2338
Pscudo R^2	0.0356	0.0350	0.0359	0.0404
非国有企业				
DIFI	0.044*** (2.92)			
DIFI_CB		0.041*** (2.64)		
DIFI_UD			0.040*** (2.93)	
DIFI_DL				0.035*** (2.96)
CF	0.001 (0.56)	0.001 (0.57)	0.001 (0.57)	0.001 (0.58)
Lev	0.131** (2.20)	0.126** (2.13)	0.133** (2.23)	0.129** (2.18)
ROA	0.494** (3.11)	0.491*** (3.10)	0.484*** (3.05)	0.504*** (3.17)
Size	0.056*** (5.23)	0.058*** (5.32)	0.058*** (5.37)	0.055*** (5.07)
Growth	-0.027 (-1.53)	-0.027 (-1.52)	-0.027 (-1.53)	-0.026 (-1.52)
TobinQ	-0.009 (-1.18)	-0.009 (-1.19)	-0.008 (-1.01)	-0.011 (-1.34)
Age	-0.132*** (-4.10)	-0.127*** (-3.96)	-0.131*** (-4.08)	-0.129*** (-4.07)
constant	-7.145*** (-5.59)	-7.293*** (-5.73)	-7.283*** (-5.74)	-6.956*** (-5.38)
N	3237	3237	3237	3237
Pscudo R^2	0.0238	0.0234	0.0238	0.0239

注：1%和 5%和 10%分别用***、**和*表示，变量系数括号内为 t 统计量。

5.3.4 传导机制分析

(1) 融资约束的中介效应检验

在此基础上,通过检验“数字金融——融资约束——绿色技术创新”的传导机制,分析数字金融能否通过缓解融资约束来促进重污染企业绿色技术创新。按照中间效应的检验程序,依次对数字金融与绿色技术创新、数字金融与融资约束、融资约束与绿色技术创新进行检验。同时,分析其中的前后影响以及融资约束的中介效应是否存在。在表 5.6 中给出了回归分析的结果。表 5.6 (1) 列是对融资约束中间效应检验的第一步,也就是对模式 (4.9) 进行的回归结果,得到了与表 5.3 列 (1) 同样的结论。该数据显示,数字金融指数具有明显的正值,这说明其对重污染企业的绿色技术创新具有明显的作用,这为检验融资约束的中介效应奠定了基础。列 (2) 是对模型 (4.10) 的回归结果,显示了数字金融对企业融资约束 SA 的影响。研究发现,在 1% 的水平下,数字金融指数是负值,可以得出,数字金融能够显著减轻重污染企业的融资约束。第 (3) 列是对公式 (4.11) 的回归分析结果,SA 指标的系数是-0.092,在 10% 水平下显著为负。结合 (1) (2) (3) 列数据,揭示了企业融资约束的中介作用机理明显有效。除此之外,当将融资约束添加到回归模型之后,在 5% 的水平下,数字金融指数的系数仍然是显著的,并且这个系数的值降低到 0.029,这表明了数字金融对重污染企业的绿色技术创新影响中,融资约束发挥了一个中间作用的功能,假设 H2 得到验证。

表 5.6 融资约束的中介效应三步法检验结果

变量	(1) Green	(2) SA	(3) Green
DIFI	0.032** (2.44)	-0.034*** (-9.33)	0.029** (2.23)
SA			-0.092* (-1.90)
CF	0.001 (1.51)	-0.001 (-0.89)	0.001 (1.48)
Lev	0.072 (1.38)	-0.136*** (-9.54)	0.058 (1.11)

注: 1%和 5%和 10%分别用***、**和*表示, 变量系数括号内为 t 统计量。

续表 5.6

变量	(1) Green	(2) SA	(3) Green
ROA	0.210 (1.42)	-0.185*** (-4.68)	0.193 (1.30)
Size	0.080*** (10.33)	0.054*** (24.24)	0.086*** (10.17)
Growth	-0.006 (-1.04)	0.009 (0.80)	-0.005 (-1.03)
TobinQ	-0.016* (-1.94)	-0.013*** (6.56)	-0.015* (-1.77)
Age	-0.185*** (-5.92)	-0.565*** (-65.66)	-0.238*** (-5.66)
constant	-7.763*** (-9.14)	-3.280*** (-64.24)	-9.320*** (-7.85)
N	5575	5575	5575
Pscudo R^2	0.0331	-8.3360	0.0336

注：1%和 5%和 10%分别用***、**和*表示，变量系数括号内为 t 统计量。

(2) 财务风险的中介效应检验

Z 值也可以很好的衡量企业的财务风险，且 Z 值与企业面临的财务风险呈负相关关系。Z 值越大，企业面临的财务风险越小；Z 值越小，企业面临的财务风险越大。为了检验数字金融能否通过提高 Z 值来推动重污染企业绿色技术创新，本文检验了“数字金融—财务风险—绿色技术创新”这一传导机制。按照中间效应检验的流程，依次对数字金融与绿色技术创新、数字金融与财务风险、财务风险与绿色技术创新进行检验，同时分析其前后影响以及财务风险的中介作用是否存在。其数据的统计分析结果显示在表 5.7 中。表 5.7 列 (1) 是财务风险中介效应检验的第一步，也就是模式 (4.9) 的检验结果，与表 5.3、5.6 (1) 列的数据是一致的。数字金融指数的系数为正值，表明数字金融对重污染企业绿色技术创新有明显作用，这为检验财务风险的中介作用奠定了基础。列 (2) 是对模型 (4.12) 进行的回归结果，它代表了数字金融对财务风险的影响。研究发现在 5%水平下，数字金融的指数为正值，可以得出数字金融能够提高企业的 Z 值，降低企业的财务风险。列 (3) 为模型 (4.13) 的回归结果，Z 值的系数为 0.004，在 10%水平下显著为正。综合 (1) (2) (3) 列回归结果，揭示了财务风险的中介效应十分明显。除此之外，

当财务风险添加到回归模型后，在 5%的水平下，数字金融指数的系数仍然是显著的，并且这个系数的值降低到 0.031，这充分表明财务风险在其中起到了中介作用。因此，只有在数字金融降低了企业财务风险的时候，持续的绿色技术创新才更能得到保障，进而企业才能更专注的去进行绿色创新活动，假设 H3 得到验证。

表 5.7 财务风险的中介效应三步法检验结果

变量	(1) Green	(2) Z	(3) Green
DIFI	0.032** (2.44)	0.158** (2.02)	0.031** (2.39)
Z			0.004* (1.89)
CF	0.001 (1.51)	0.007* (1.95)	0.001 (1.46)
Lev	0.072 (1.38)	-10.34*** (-33.88)	0.114** (2.03)
ROA	0.210 (1.42)	4.73*** (5.57)	0.191 (1.29)
Size	0.080*** (10.33)	0.074 (1.56)	0.079*** (10.26)
Growth	-0.006 (-1.04)	-0.013 (-0.49)	-0.005 (-1.03)
TobinQ	-0.016* (-1.94)	2.023*** (45.78)	-0.026*** (-2.62)
Age	-0.185*** (-5.92)	-0.387** (-2.10)	-0.183*** (-5.87)
constant	-7.763*** (-9.14)	3.839*** (3.49)	-7.804*** (-9.20)
N	5575	5575	5575
Pscudo R^2	0.0331	0.1293	0.0335

注：1%和 5%和 10%分别用***、**和*表示，变量系数括号内为 t 统计量。

(3) 环境规制的调节效应检验

在此基础上，以数字金融与环境规制作为研究对象，利用其交互项检验环境规制对主效应的调节作用，得到结果如表 5.8 第 (2) 列所示。数字金融与环境规制的交互项系数明显为正，这表明了越严格的环境规制会让公司的环境信息变得越来越透明，也可以让公司的信息披露更及时，从而可以让数字金融在减少信息不对称时发挥出的效果得到更好地提升，从而可以推动重污染公司的绿色技术创新。此外，该模型还发现，环境规制系数显著为正，

表示合适的环保规制可以促进公司的转变，促进公司的发展，进而促进公司的绿色技术创新水平得到提高。因此，假设 H4 得到验证。

表 5.8 环境规制调节效应的回归结果

变量	(1) Green	(2) Green
DIFI	0.032** (2.44)	
c_DIFI		0.027** (2.08)
c_ERI		0.045*** (3.96)
c_DIFI*c_ERI		0.034* (1.92)
CF	0.001 (1.51)	0.001 (1.34)
Lev	0.072 (1.38)	0.067 (1.30)
ROA	0.210 (1.42)	0.183 (1.24)
Size	0.080*** (10.33)	0.084*** (10.75)
Growth	-0.006 (-1.04)	-0.005 (-1.00)
TobinQ	-0.016* (-1.94)	-0.014 (-1.64)
Age	-0.185*** (-5.92)	-0.189*** (-6.04)
constant	-7.763*** (-9.14)	-7.810*** (-8.77)
N	5575	5575
Pseudo R ²	0.0331	0.0354

注：1%和 5%和 10%分别用***、**和*表示，变量系数括号内为 t 统计量。

(4) 公司治理的调节效应检验

利用数字金融和公司治理之间的交互项，研究了公司治理在主效应中的调节作用，并给出了表 5.9 中第 (2) 列的结论。数字金融与公司治理水平的交互项系数明显为正，这表明了公司治理能力的提高，会使公司财务更加透明，让公司的信息披露变得更为精确，为管理者的经营决策带来了更为丰富和多样的信息，从而可以让数字金融在减少信息不对称的过程中发挥出的效果得到了加强，从而推动了重污染企业的绿色技术创新。同时，公司治理系数为明显的负值，可以得出，提高公司治理的水平可能会使得企业更加注重

绩效而未将资金投向时滞性较长的绿色研发中，使得企业的绿色技术创新活动减少。因此，假设 H5 得到验证。

表 5.9 公司治理调节效应的回归结果

变量	(1) Green	(2) Green
DIFI	0.032** (2.44)	
c_DIFI		0.042*** (3.13)
c_Govern		-0.026*** (-2.80)
c_DIFI*c_Govern		0.024** (1.99)
CF	0.001 (1.51)	0.001 (1.37)
Lev	0.072 (1.38)	0.050 (0.97)
ROA	0.210 (1.42)	0.203 (1.37)
Size	0.080*** (10.33)	0.071*** (8.49)
Growth	-0.006 (-1.04)	-0.005 (-0.95)
TobinQ	-0.016* (-1.94)	-0.020** (-2.35)
Age	-0.185*** (-5.92)	-0.197*** (-6.25)
constant	-7.763*** (-9.14)	-6.289*** (-6.42)
N	5575	5575
Pseudo R^2	0.0331	0.0345

注：1%和 5%和 10%分别用***、**和*表示，变量系数括号内为 t 统计量。

本文所有假设的验证结果见表 5.10:

表 5.10 假设验证结果

假设	主要内容	是否验证
H1	数字金融可以显著促进重污染企业的绿色技术创新	验证
H2	数字金融能够缓解融资约束、降低资金借贷成本，进而助力重污染企业绿色技术创新	验证
H3	数字金融通过降低财务风险来促进重污染企业绿色技术创新	验证
H4	合理的环境规制能正向调节数字金融对重污染企业绿色技术创新的促进作用	验证
H5	更健全的公司治理体系，更有利于数字金融对重污染企业绿色技术创新的促进作用	验证

6 结论与建议

6.1 研究结论

“碳达峰”、“碳中和”目标的完成，可能要进行一次全面、深入、系统的体制改革，在体制改革中，金融是建立长效环境规制的关键。而云计算、大数据和人工智能等数字技术与金融领域相融合，使得数字金融成了金融业发展的一个主要方向，数字金融对常规的金融服务方式产生了巨大的冲击。因此，本文深入研究了数字金融对重污染企业绿色技术创新的影响机制和传导路径，并以 2011-2020 年度我国上市重污染行业的企业作为研究对象，实证探究了数字金融助力重污染企业绿色技术创新的作用路径。得出如下研究结论：

第一，数字金融可以有力的帮助重污染企业进行绿色技术创新。在此基础上，通过对数字金融三个不同维度指标进行深入分析可以得出，覆盖广度并没有对重污染企业绿色创新产生影响，但其它两个指标对其都有正向促进的作用。这表明，仅仅依靠扩展数字金融业务服务范围，很难让重污染企业的绿色技术创新得到有效的解决，还必须依靠信息技术优势和不断完善的金融手段，对数字金融应用进行延伸，使其触及到长尾人群，有效推动重污染企业开展绿色技术研发。

第二，数字金融对重污染企业绿色技术创新影响过程中，融资约束起着中介效应。这表明，发展数字金融可以为企业获取充足的外部资金，为我国重污染企业的绿色科技发明提供必要保障。

第三，数字金融对重污染企业绿色技术创新影响过程中，财务风险起着中介效应。基于此，数字金融可以帮助公司减少财务风险。充分利用数字金融这个优势，持续的绿色技术创新会更有保障，才能使企业有更多的精力去进行绿色创新。

第四，数字金融对重污染企业绿色技术创新的促进作用中，环境规制起正向调节作用。一方面，实行环境管制有利于企业的节能减排，承担环境保

护的责任；另一方面，环境规制的实施使数字金融的企业应用更加便捷，从而推动企业的绿色技术创新。更深入地分析可以得出，在环境规制下，可以创造出一个良好的融资环境，为我国企业的绿色创新争取资金。

第五，公司治理在数字金融对重污染企业绿色技术创新的促进作用中起正向调节作用。首先，公司治理的提高可以促使管理者更关注各个主体之间的利益关系，降低其自身的机会主义行为，从而将眼光投向可持续的绿色技术发展中；其次，随着公司治理能力的提高，公司的财务数据可以得到更为清晰、更为精确的体现，这就能够进一步凸显出数字金融在减小信息不对称方面的优势，可以降低贷款成本，从而给企业进行绿色技术的研究与开发提供廉价资金。

第六，与国有企业相比，数字金融对非国有重污染企业绿色技术创新的促进作用更明显。

6.2 研究建议

基于以上结论，本文提出下列政策建议：

第一，构建数字金融体系，夯实数字金融的技术基础，提高数字金融的服务水平。在新时代的今天，数字经济已成为支撑国家经济的支柱，其发展潜力也将十分巨大。所以，在当前，首先应该积极推动区块链、人工智能、大数据等新型数字技术的发展，为数字金融的发展提供稳固、可靠的数字技术支持。并制定了相关的激励政策，来支持新技术的推广和使用，促进了信息的高效流通，从而缩小各参与主体之间的数据差距。在此基础上，进一步推动数字化与金融业的深度结合，推动各种类型的金融机构以数字技术支持自身的发展，以制度创新和产品创新的方式解决难点问题，使更多的金融机构能够服务到更多的人群，从而为企业的绿色创新提供一个更好的外在环境。

第二，要充分调动企业绿色创新的主动性，尤其是非国有企业，促进我国绿色技术创新的快速发展。在“双碳”目标下，我国的企业不仅要依赖于国家政策，更要增强自己的绿色创新能力，实现绿色转型，促进我国经济社

会的健康发展，达到经济发展和环境保护的协调统一。另外，在进行绿色技术研发时，不能过分依赖于国家补贴，要加强自身实力，以减轻所面临的融资困境。企业要努力解决在运营过程中遇到的问题，要积极主动地进行绿色技术创新，只有在这种情况下，我们才能如期完成“双碳”目标。

第三，指导企业抓住数字金融发展的机会，来缓解公司在绿色创新中所遇到的最大阻碍，即资金短缺问题，从而提高企业的绿色技术创新绩效。一方面，可以强化政策导向，指导企业利用数字金融改变传统消费模式，改进企业经营模式，优化企业结构，降低企业成本，提高企业的利润，降低对外部融资的依赖，保证研发资金的充足。另一方面，通过运用数字化手段，引导公司主动披露自己的资信与运营情况，降低借贷双方的信息不对称性。改变企业只能通过商业银行等传统的金融机构获得高成本的信贷历史，拓宽企业融资渠道。

第四，上市公司应该强化对风险的识别，把自己的风险承受程度保持在一个合适的范围之内，避免做出太过保守或者太过冒进的投资决定，提高自身的风险承受程度来，优化自身的资源分配。除此之外，公司还应该对其内部治理体制进行完善，对与其有关的内部控制制度进行科学地设计，主动地辨识和预防风险。

第五，实施及时、柔性的环境规制和资金扶持。政府需要对环境规制进行适度的调控，提高其对环境监管的“倒逼使”作用，进而强化其“绿色”的“创新”效果。通过对环境规制的运用，一方面可以让污染公司走向低碳绿色发展的路径，同时也可以让数字金融对绿色、节能减排的新技术、新产品研发和宣传提供更多的帮助，从而达到将环境规制与数字金融创新共同提高的目的，从而实现经济高质量增长的目标。首先，在确定排污收费的收费方式时，应兼顾区域与产业的差异，对于欠发达的中西部、绿色技术水平不高的企业，应适度放宽管制力度，避免出现“过热”现象，从而遏制绿色技术的发展。其次，强化对公职人员工作的绿色考核评价。在宏观层面，国家要对地方政府之间的竞争进行规范化管理，并对其进行激励和扶持；各地应

建立健全环保责任追究制度，防止只追求 GDP 增长的情况发生，避免给生态系统带来无法弥补的损害。

第六，通过完善公司治理体系，提升公司治理层次，全面考量公司治理对提升公司内控品质的影响，从而提升公司的创新业绩。企业要严格、合理地安排企业内部的权、责、利，尽可能减少组织成员对创新活动投入的担心。公司治理机制包括股东大会的设置、董事会、监事会规模的设置以及董事会、监事会结构的设置。第一，要改善股权结构，当前我国上市公司治理中的核心问题是大股东“一家独大”，企业经营决策中带有浓厚的个体私利色彩，从而加大了企业经营决策的风险。第二，健全独立董事制度，完善董事会的组织架构，构建一个规模适当的董事会，以防止“双管”现象的发生。要充分发挥我国上市公司的独立董事职能，防止其走过场。聘请与创新有关的专业人士担任独立董事，并确保每个独立董事都能充分地参与到公司的经营管理过程中，从而对公司的发展状况有更好的认识，从而对公司的创新行为做出更好的决策。第三，加强监事会的作用。通过拓宽监督人员的选择和设置合理的报酬制度来保证监督人员的独立性。在上市公司监事会中，应吸收部分中小股东代表或独立监事，而不只是股东代表和职工代表。对监督员的报酬设置要充分反映监督员的工作价值，并与监督员的工作绩效联系起来。第四，企业应注重对人才的培养，并积极推进对人才的股权激励。鉴于企业创新具有一定的风险性，通过对企业进行股权激励，可以降低企业高层管理人员因担心风险而不愿进行创新的倾向。同时，企业在高管与核心人员对企业的关键信息与关键技术进行控制的情况下，通过对高管与核心人员的股权激励，可以有效地防止企业中的人才流失。综上所述，必须改善公司治理，构建科学的公司治理结构，降低公司创新过程中的风险，强化对权力的平衡和制约，降低因个人利益而导致的对公司创新的抑制。

参考文献

- [1] Bettingera. Fintech: a Series of 40 time shared models used at manu facturer shan over trust company[J]. Interfaces, 1972(4):62-63.
- [2] Arjun wadkar P Y. Fin Tech: the technology driving disruption in the financial services industry[M]. CRC Press, 2018.
- [3] Demircuc-Kunt, A. and L., Klapper, "Measuring Financial Inclusion: The Global Findex Database", Policy Researcher Series, No. 6025, 2012.
- [4] Claessens S. and L. Laeven, 2003, "Financial Development, Property Rights and Growth, "Journal of Finance, 58(6): 2401—2436.
- [5] Tsai C. H. and P. Kuan—Jung, 2017, "The Fintech Revolution and Financial Regulation: The Case of Online Supply—chain Financing, "Asian Journal of Law and Society, 4(1):109—132.
- [6] Temelkov Z. and S. M. Gogova, 2018, "The Need for Fintech Companies as Non—bank Financing Alternatives for smein Developing Economies, "International Journal of Information, Business and Management, 10(3):25—33.
- [7] Braun E, Wield D. Regulation as a means for the social control of technology[J]. Tech-nologyanalysis & strategic management, 1994, 6(3):259-272.
- [8] Aguilera-Caracuel J, Ortiz-De-Mandoianan. Green innovation and financial performance: an institutional approach[J]. Organization & environment, 2013, 26(4):365-385.
- [9] Song Ma Lin, WANG Shu Hong, SUN Jing. Environmental regulations, staff quality, green technology, R&D efficiency, and profit in manufacturing[J]. Technological Forecasting & Social Change, 2018, 133:1-14.

- [10]Petroni G,Bigliardi B,Galati F.Rethinking the Porter Hypothesis:The Underappreciated Importance of Value Appropriation and Pollution Intensity,Review of Policy Research,2019,36(1):121-140.
- [11]Amores-Salvadó J,Martin-de C G,Navas-López J.E.Green corporate image:moderating the connection between environmental product innovation and firmperformance[J].Journal of Cleaner Production, 2014,83(15):356-365.
- [12]Frost J, Gambacorta L,Huang Y,et al.BigTech and the Changing Structure of Financial Intermediation[J].Economic Policy.2019,34(100):761-799.
- [13]Anderson C.The Long Tail:Why The Future of Business Is Selling Less Of More. New York:Hyperion, 2006.
- [14]Anderson R C,Mansi S A,Reeb D M.Board Characteristics, Accounting Report Integrity,and the Cost ofDebt.Journal of Accounting&Economics,2003.
- [15]Huang Y , Chen L , Sheng Z , et al.FinTech Creditand Service Quality[R].Working Paper of the University of HongKong,2018.
- [16]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,2020,37(06):26-46.
- [17]李骏,谢晗进.数字金融与经济高质量发展——基于新发展理念视角[J].投资研究,2023,42(01):4-20.
- [18]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(04):1489-1502.
- [19]邹静,王洪卫.互联网金融对中国商业银行系统性风险的影响——基于SVAR模型的实证研究[J].财经理论与实践,2017,38(01):17-23.
- [20]田杰,谭秋云,靳景玉.数字金融能否改善资源错配?[J].财经论丛,2021,No.271(04):49-60.
- [21]黄锐,赖晓冰,赵丹妮等.数字金融能否缓解企业融资困境——效用识别、

- 特征机制与监管评估[J]. 中国经济问题, 2021, No. 324(01):52-66.
- [22] 潘艺, 张金昌. 数字金融、财务风险与企业高质量发展——基于我国 A 股和新三板制造业上市企业的经验证据[J]. 武汉金融, 2022, (11):3-12.
- [23] 许芳, 何剑. 数字金融发展与企业财务风险——基于融资约束和信息不对称视角[J]. 技术经济与管理研究, 2022, No. 312(07):60-65.
- [24] 李香菊, 贺娜. 地区竞争下环境税对企业绿色技术创新的影响研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(09):73-81.
- [25] 李晓红, 金正贤. 环境税对企业绿色技术创新的影响研究——基于 A 股工业企业上市公司的实证经验[J]. 经济问题, 2023, No. 521(01):61-69.
- [26] 向丽, 胡珑瑛. R&D 外包与企业绿色技术创新:环境规制的调节作用[J]. 管理现代化, 2017, 37(06):60-63.
- [27] 罗恩益. 财税激励、绿色技术创新与企业环境绩效[J]. 财会通讯, 2020, (20):46-49.
- [28] 刘晓音, 赵玉民. 环境规制背景下的企业绿色技术创新探析[J]. 技术经济与管理研究, 2012(12):43-46.
- [29] 李旭. 绿色创新相关研究的梳理与展望[J]. 研究与发展管理, 2015, 27(02):1-11.
- [30] 李婉红, 毕克新, 孙冰. 环境规制强度对污染密集行业绿色技术创新的影响研究——基于 2003—2010 年面板数据的实证检验[J]. 研究与发展管理, 2013, 25(06):72-81.
- [31] 魏丽莉, 任丽源. 碳排放权交易能否促进企业绿色技术创新——基于碳价格的视角[J]. 兰州学刊, 2021, (07):91-110.
- [32] 曹洪军, 陈泽文. 内外环境对企业绿色创新战略的驱动效应——高管环保意识的调节作用[J]. 南开管理评论, 2017, 20(06):95-103.

- [33] 邓玉萍, 王伦, 周文杰. 环境规制促进了绿色技术创新能力吗?——来自中国的经验证据[J]. 统计研究, 2021, 38(07):76-86.
- [34] 郭进. 环境规制对绿色技术创新的影响——“波特效应”的中国证据[J]. 财贸经济, 2019, 40(03):147-160.
- [35] 马鹤丹, 张琬月. 环境规制组态与海洋企业技术创新——基于30家海工装备制造企业的模糊集定性比较分析[J]. 中国软科学, 2022(03):124-132.
- [36] 李楠博. 本土情境下高管团队断裂带对企业绿色技术创新的影响[J]. 科技进步与对策, 2019, 36(17):142-150.
- [37] 孙健慧, 王淑蓓, 张海波. 混合所有制改革促进绿色技术创新了吗——兼论地方政府依赖效应的影响[J]. 会计之友, 2023, (05):143-149.
- [38] 李诗琪, 杨晨. 金融发展对绿色技术创新效率的影响研究[J]. 江西师范大学学报(哲学社会科学版), 2018, 51(06):84-92.
- [39] 王智新, 朱文卿, 韩承斌. 数字金融是否影响企业绿色技术创新——来自上市公司的经验证据[J]. 中国科技论坛, 2022, (03):52-61.
- [40] 柯颜婷. 数字金融发展水平对重污染行业绿色技术创新的影响研究[D]. 广东工业大学, 2022
- [41] 杨凡, 张玉明. 网络媒介、互动式信息披露与分析师行为——来自“上证e互动”的证据[J]. 山西财经大学学报, 2020, 42(11):113-126.
- [42] 王垒, 宋天阳. 数字金融发展对企业绿色技术创新的影响研究——基于多主体中介的驱动解释[J]. 中国海洋大学学报(社会科学版), 2022, (03):109-121.
- [43] 乔彬, 赵广庭, 沈烁华. 数字普惠金融能促进企业绿色技术创新吗? [J]. 南方金融, 2021
- [44] 梁运吉, 刘冰冰. 社会责任、融资约束与企业绿色技术创新[J]. 会计之友, 2022, (17):61-68.

- [45] 祁莹茜. 环境规制对服务业绿色全要素生产率的影响研究[D]. 江西财经大学, 2022
- [46] 陈晓红, 李杨扬, 宋丽洁, 汪阳洁. 数字经济理论体系与研究展望[J]. 管理世界, 2022, 38(02): 208-224+13-16.
- [47] 唐松, 伍旭川, 祝佳. 数字金融与企业技术创新——结构特征、机制识别与金融监管下的效应差异[J]. 管理世界, 2020, 36(05): 52-66+9.
- [48] 喻平, 豆俊霞. 数字普惠金融发展缓解了中小企业融资约束吗[J]. 财会月刊, 2020(3): 140-146.
- [49] 陶锋, 赵锦瑜, 周浩. 环境规制实现了绿色技术创新的“增量提质”吗——来自环保目标责任制的证据[J]. 中国工业经济, 2021(02): 136-154.
- [50] 李强, 聂锐. 环境规制与区域技术创新——基于中国省际面板数据的实证分析[J]. 中南财经政法大学学报, 2009(04): 18-23+143.
- [51] 颜建军, 杨晓辉, 游达明. 企业低碳技术创新政策工具及其比较研究[J]. 科研管理, 2016, 37(09): 105-112.
- [52] 马丹, 朱清, 杨馥岑. 绿色金融、环境规制与绿色技术创新效率——基于中国省际面板数据的实证分析[J]. 杭州师范大学学报(社会科学版), 2023, 45(01): 92-107.
- [53] 刘明广. 环境规制对绿色技术创新的影响效应研究[J]. 技术经济与管理研究, 2021(09): 29-33.
- [54] 鲁桐, 党印. 公司治理与技术创新: 分行业比较[J]. 经济研究, 2014, 49(06): 115-128.
- [55] 张俊丽, 金浩, 李国栋. 企业技术创新的公司治理驱动因素研究[J]. 现代管理科学, 2015(10): 106-108.
- [56] 麻艳琳. 治理水平对企业技术创新的作用理论分析——兼论制度调节因素[J]. 科学管理研究, 2016, 34(01): 79-82.

- [57] 冯波, 李强. 公司治理、股权性质与环境信息披露质量[J]. 财会通讯, 2015(15):31-34.
- [58] 陈琪. 企业环保投资与经济绩效——基于企业异质性视角[J]. 华东经济管理, 2019, 33(07):158-168.
- [59] 郭峰, 王靖一, 王芳等. 测度中国数字普惠金融发展:指数编制与空间特征[J]. 经济学(季刊), 2020, 19(04):1401-1418.
- [60] 钟优慧, 杨志江. 国有企业是否更愿意绿色技术创新?——来自制造业上市公司的实证研究[J]. 云南财经大学学报, 2021, 37(05):88-98.
- [61] 全禹澄, 李志青. 寻找合适的环境规制强度指标——基于中国排污收费政策的视角[J]. 环境经济研究, 2020, 5(01):56-77.
- [62] 王书斌, 徐盈之. 环境规制与雾霾脱钩效应——基于企业投资偏好的视角[J]. 中国工业经济, 2015, No. 325(04):18-30.
- [63] 傅京燕, 周浩. 对外贸易与污染排放强度——基于地区面板数据的经验分析(1998—2006)[J]. 财贸研究, 2011, 22(02):8-14.
- [64] 雷玉桃, 张淑雯, 孙菁靖. 环境规制对制造业绿色转型的影响机制及实证研究[J]. 科技进步与对策, 2020, 37(23):63-70.
- [65] 傅京燕, 李丽莎. 环境规制、要素禀赋与产业国际竞争力的实证研究——基于中国制造业的面板数据[J]. 管理世界, 2010, No. 205(10):87-98+187.
- [66] 张成, 陆旸, 郭路等. 环境规制强度和生产技术进步[J]. 经济研究, 2011, 46(02):113-124.
- [67] 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.
- [68] 顾乃康, 周艳利. 卖空的事前威慑、公司治理与企业融资行为——基于融资融券制度的准自然实验检验[J]. 管理世界, 2017(02):120-134.

[69]张会丽,陆正飞. 现金分布、公司治理与过度投资——基于我国上市公司及其子公司的现金持有状况的考察 [J]. 管理世界, 2012(03):141-150+188.

[70]沈坤荣, 金刚, 方娴. 环境规制引起了污染就近转移吗?[J]. 经济研究, 2017, 52(05):44-59.

后 记

光阴荏苒，岁月如梭，转眼间，研究生生活即将结束。回想起三年前刚踏入兰财校园的情景，仿佛就像是在昨天，历历在目。三年时光匆匆而逝，每一天都有趣充实，每一天都丰富多彩。

首先要感谢我的导师—马润平教授。马老师德高望重，治学严谨，待人和气。在学术上，马老师给我提出了很多宝贵的建议，细心指导我论文中出现的每一个问题，帮助我开拓思路，指点迷津。在生活中，马老师对我悉心关照，不断激励我乐观向上，奋发有为，使我更好的成长、成才。马老师是我的学术导师，更是我的人生导师。马老师的谆谆教诲牢记于心，我将感激不尽。

其次，感谢各位任课老师。两年的课程学习，我不仅收获了知识，更感受到了老师们的学识渊博。有您们的教导，使我的专业素养显著提升，学习能力也不断提高，课堂内外，我收获颇多。

再次，感谢我的舍友和同学们。有你们的陪伴使我的生活更加有趣，祝愿我们友谊天长地久。

此外，感谢我的女朋友。在兰财不仅收获了良师益友，还收获了甜蜜的爱情。缘分让我们走到一起，有你的每一天都充满希望，愿我们不负时光，不负陪伴，终成眷属。

最后，感谢我的父母。二十年的求学生涯，是您们的支持和鼓励让我走到了今天。感谢父母的养育之恩，感谢父母的默默付出。我唯有继续努力、拼搏向上，才能给父母最好的报答。

行文至此，落笔为终。再次感谢所有帮助过我的人，愿您们平安喜乐，皆得所愿；感恩母校兰州财经大学，愿母校蒸蒸日上，桃李满园！