

分类号：(F272.3)

单位代码：10363

密 级：公开

学 号：2221010109

题 目 绿色债券发行对企业污染排放的
影响研究

题 目 The Impact of Green Bond Issuance on
Corporate Pollution Emissions

学生姓名： 魏晨晨

校内导师： 王斌 副教授

专业学位类别： 金融

研究方向（领域）： 金融大数据

论文答辩日期：2025 年 5 月 14 日

二、安徽工程大学学位论文原创性声明

本人郑重声明：我恪守学术道德，崇尚严谨学风。所呈交的学位论文，是本人在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除文中已明确注明和引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品及成果的内容。论文为本人亲自撰写，我对所写的内容负责，并完全意识到本声明的法律后果由本人承担。

学位论文作者签名：魏晨晨

日期：2025 年 5 月 14 日

三、安徽工程大学学位论文版权使用授权书

学位论文作者完全了解学校有关保留、使用学位论文的规定，同意学校保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅或借阅。本人授权安徽工程大学可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编本学位论文。

保密☐，在 ____ 年解密后适用本版权书。

本学位论文属于

不保密☒。

学位论文作者签名：魏晨晨

指导教师签名：王斌

日期：2025 年 5 月 14 日

日期：2025 年 5 月 14 日

绿色债券发行对企业污染排放的影响研究

摘 要

中国正努力实现 2030 年前碳排放达峰、2060 年前碳中和，党的二十大报告指出，推动经济社会发展绿色化、低碳化是实现高质量发展的关键环节，要加快发展方式绿色转型。绿色债券作为创新型绿色金融工具，在全球市场快速增长，旨在借助资本市场引导资金流向环保项目，促进绿色经济可持续发展。然而，中国绿色债券市场仍面临挑战，尤以“漂绿”现象突出。部分企业利用监管漏洞，将募集资金用于套利而非环保项目，扰乱市场规范，削弱市场信誉，不利于其健康发展。因此，本文聚焦绿色债券发行对企业污染排放的影响效应及作用机制，旨在为规范市场运行、强化环境治理效能提供理论依据。

本文利用 2015-2022 年 A 股重污染行业上市公司面板数据，借助多时点双重差分模型，实证检验了绿色债券发行对重污染企业污染排放的影响。此外，还探讨了绿色债券发行对重污染企业污染减排的作用机制，并从产权性质以及企业规模两个层面，剖析了发行绿色债券对企业污染排放影响的异质性特征。最后，本文进一步讨论了绿色债券发行的行业溢出效应。

由此，本文得出如下研究结论：首先，基准回归结果发现重污染企业发行绿色债券有助于降低企业污染排放。在进行平行趋势检验、安慰剂检验和倾向得分匹配估计等系列稳健性检验后，该结论依然稳健。其次，作用机制检验结果表明，绿色债券发行通过激励重污染企

业绿色创新、缓解投融资期限错配以及提高发行主体的社会关注度来降低企业污染排放。接着，异质性分析结果表明，发行绿色债券对于降低重污染企业污染排放的作用效果存在显著的异质性特征，这一效应对于国有企业以及大规模企业更为突出。最后，进一步分析发现重污染企业发行绿色债券不仅降低了企业自身的污染排放，还基于产业关联促进了相关行业其他企业的污染减排，具有显著的行业溢出效应。

关键词：绿色金融，绿色债券，污染排放，重污染企业，行业溢出效应

THE IMPACT OF GREEN BOND ISSUANCE ON CORPORATE POLLUTION EMISSIONS

ABSTRACT

China is striving to achieve peak carbon emissions by 2030 and carbon neutrality by 2060. The report of the 20th National Congress of the Communist Party of China emphasizes that promoting green and low-carbon development in economic and social progress constitutes a crucial component of high-quality development, necessitating accelerated green transformation of development patterns. As an innovative green financial instrument, green bonds have experienced rapid growth in global markets, aiming to channel capital towards environmental protection projects through capital markets and foster sustainable development of the green economy. However, China's green bond market still faces challenges, particularly the prominent issue of "greenwashing". Some enterprises exploit regulatory loopholes to divert raised funds for arbitrage rather than environmental projects, disrupting market norms, undermining market credibility, and impeding healthy market development. Therefore, this study focuses on analyzing the impact effects and mechanisms of green bond issuance on corporate pollution emissions, aiming to provide theoretical foundations for standardizing market operations and strengthening environmental governance

effectiveness.

This study employs panel data from A-share listed companies in heavily polluting industries between 2015 and 2022, utilizing a staggered difference-in-differences (DID) model to empirically examine the impact of green bond issuance on pollution emissions by heavily polluting enterprises. Additionally, it explores the mechanisms through which green bonds facilitate pollution reduction in these firms and investigates heterogeneity in emission reduction effects based on ownership structure and firm size. Finally, the study further discusses the industry spillover effects of green bond issuance.

The findings are as follows: First, baseline regression results reveal that green bond issuance by heavily polluting enterprises significantly reduces their pollution emissions. This conclusion remains robust after a series of rigorous tests, including parallel trend tests, placebo tests, and propensity score matching (PSM) estimations. Second, mechanism analysis demonstrates that green bonds mitigate corporate pollution by incentivizing green innovation, alleviating financing maturity mismatches, and enhancing the social visibility of issuers. Third, heterogeneity analysis indicates that the pollution-reduction effects of green bonds exhibit significant variation, with stronger impacts observed in state-owned enterprises and large-scale firms. Finally, further analysis reveals that the issuance of green bonds by heavily polluting enterprises

not only reduces their own pollution emissions but also drives pollution reduction among other firms in related industries through industrial linkages, demonstrating significant industry spillover effects.

KEY WORDS: Green finance, Green bonds, Pollution reduction, Heavily polluting enterprises, Industry spillover effects

目录

摘要	I
ABSTRACT	III
第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景和研究意义	1
1.1.1 研究背景	1
1.1.2 研究意义	4
1.2 研究内容和研究方法	5
1.2.1 研究内容	5
1.2.2 技术路线	6
1.2.3 研究方法	7
1.3 创新点和不足	8
1.3.1 研究创新点	8
1.3.2 研究不足	9
第 2 章 文献综述	10
2.1 概念界定	10
2.1.1 绿色债券	10
2.1.2 企业污染排放	10
2.2 研究综述	11
2.2.1 绿色债券相关研究	11
2.2.2 企业污染排放相关研究	13
2.2.3 绿色债券与企业污染排放相关研究	14
2.2.4 文献述评	15
第 3 章 理论基础与研究假设	16
3.1 理论基础	16
3.1.1 利益相关者理论	16
3.1.2 社会责任投资理论	16
3.1.3 信号传递理论	17
3.1.4 可持续发展理论	18
3.2 研究假设	19
3.2.1 绿色债券与企业污染排放	19
3.2.2 绿色债券、绿色创新与企业污染排放	20
3.2.3 绿色债券、期限错配与企业污染排放	21
3.2.4 绿色债券、社会关注与企业污染排放	23
第 4 章 绿色债券发行对企业污染排放影响的实证设计	24
4.1 样本选取和数据来源	24
4.2 变量定义	24
4.2.1 被解释变量	24
4.2.2 解释变量	25
4.2.3 控制变量	25
4.3 模型构建	26
第 5 章 绿色债券发行对企业污染排放影响的实证结果分析	27

5.1 描述性统计分析.....	27
5.2 基准回归分析.....	27
5.3 作用机制检验.....	29
5.3.1 基于绿色创新的机制分析.....	29
5.3.2 基于期限错配的机制分析.....	30
5.3.3 基于社会关注的机制分析.....	31
5.4 异质性分析.....	32
5.4.1 企业产权异质性.....	32
5.4.2 企业规模异质性.....	33
5.5 稳健性检验.....	34
5.5.1 平行趋势检验.....	34
5.5.2 安慰剂检验.....	35
5.5.3 倾向得分匹配估计.....	36
5.5.4 替换被解释变量测度方法.....	37
5.5.5 调整研究样本.....	38
5.5.6 改变聚类层级.....	39
5.5.7 引入政策变量.....	40
5.6 进一步分析.....	40
第6章 研究结论与政策建议.....	44
6.1 研究结论.....	44
6.2 政策建议.....	44
6.3 研究展望.....	46
参考文献.....	47
附录.....	54
攻读硕士期间所发表的论文及其他研究成果.....	56
致谢.....	57

第 1 章 绪论

1.1 研究背景和研究意义

1.1.1 研究背景

改革开放以来,以火电、钢铁等为代表的重工业迅速实现了重大变革,并在推动中国经济高速增长方面发挥了重要作用。然而,长期以来,这种粗放型工业发展模式也加剧了环境污染和资源短缺等生态危机^[1],不仅影响了经济的可持续发展,还降低了人们的生活水平和满意度。企业作为经济社会体系中的核心主体,不仅是污染物排放的主要来源之一,同时也是推动绿色低碳转型与可持续发展的关键力量^[2]。其中,重污染企业带来的环境挑战尤为严峻,因此其承担更高水平的社会责任和环境责任已成为必然要求^[3]。具体而言,作为工业体系中的重要组成部分,重污染企业在经济发展过程中发挥着关键作用。然而,由于其生产特性,包括高污染排放、高资源消耗和高资源投入,该类企业已成为资源浪费和环境污染的重要来源。此外,监管机构与媒体的高度关注使得重污染企业面临日益严峻的环境压力^[4-6]。

中国经济的发展已从高速增长迈向高质量阶段,推动节能减排与污染治理无疑是助力早日实现高质量发展不可或缺的重要方法。据报道,作为全球主要的污染排放国家之一,中国每年要牺牲约 10% 的 GDP 来解决环境污染引起的问题^[7]。习近平总书记强调,实现高质量发展的关键环节在于经济社会向绿色、低碳方向转型,必须加快推进发展方式的绿色变革。同时,若要加速推动绿色低碳发展,就需要不断促进环境质量的提升。与此同时,为推动经济向高质量发展阶段转型,中国政府提出构建绿色金融体系、发展绿色金融以协调环境利益与经济目标^[8,9],使绿色金融成为绿色发展的动力来源与助推器。绿色金融在推动绿色低碳发展、助力实现碳中和方面具有重要作用。

作为绿色金融市场的重要组成部分,绿色债券能够为绿色项目提供直接融资渠道,对推动经济绿色低碳发展具有关键作用。国内首个针对绿色债券进行界定与分类的规范性文件《绿色债券支持项目目录》于 2015 年 12 月发布,该文件为绿色债券的核准与注册、第三方评估评级及信息披露等提供了制度框架与监管依

据，同时明确了绿色项目资金支持范围，涵盖资源节约、污染防治等主要领域。同月，国家发展和改革委员会颁布了《绿色债券发行指引》，明确了绿色项目建设范围及债券发行主体的经营活动要求。这两份文件允许目录清单内企业通过发行绿色债券为绿色项目募集资金，凭借这种灵活的资本配置结构，企业绿色项目的资金部署需求得以充分满足。

中国于 2016 年推出了绿色债券市场，绿色债券在我国虽起步较晚，但其发展迅速。根据气候债券倡议组织的数据，截至 2021 年末，我国绿色债券累计发行量跃升至全球第二；2023 年末，我国绿色债券发行规模连续两年领先全球，凸显中国对全球绿色债券发展的重要贡献。图 1-1 描述了 2016 年至 2024 年期间中国绿色债券的发展情况。数据显示，2016-2024 年中国绿色债券发行规模从 2058 亿元增长至 6814 亿元，年均增长 16.1%，发行只数增长 8 倍；截至 2024 年末，绿色债券在中国的发行量就达到了 2669 只，其总计发行规模为 4.16 万亿元。

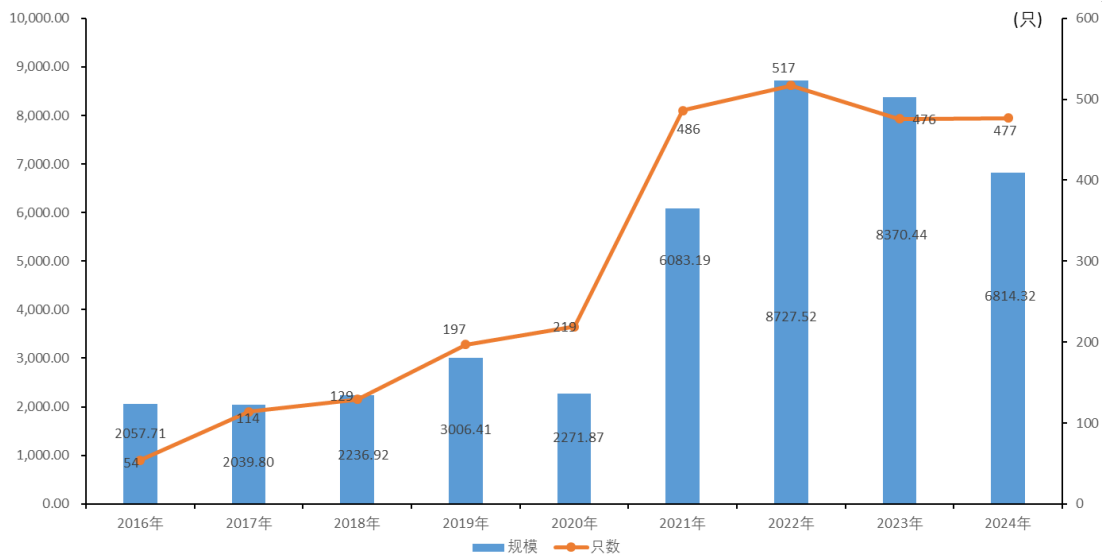


图 1-1 2016—2024 年中国绿色债券发行情况

数据来源：中国绿色低碳转型债券数据库

随着我国绿色债券市场的快速发展，其募投资金的投向也日益多元，并在支持生态文明建设方面发挥了重要作用。图 1-2 展示了 2016-2024 年绿色债券募投领域规模和占比。中国绿色债券市场的募投资金覆盖面十分广泛，其中《绿色债券支持项目目录》规定的六大领域均被覆盖，全面支持生态文明建设。同时，基础设施绿色升级、清洁能源产业及节能环保产业是资金投向最集中的前三大领域，

累计投入资金达 3.2 万亿元，占募投资金总额的 82%，为绿色低碳发展提供了有力支撑。中国绿色债券的环境效益也十分显著。根据信息披露报告，从 2016 年至 2024 年期间，每发行 1 亿元绿色债券可推动减少二氧化碳当量 4462 吨。基于此测算，“投向绿”债券所募集的资金预计可累计减排 3.78 亿吨二氧化碳当量，为低碳发展目标的实现提供了重要支持。其他类别环境效益情况见附录。

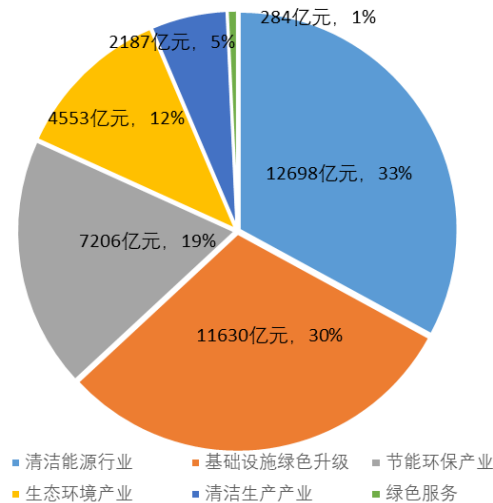


图 1-2 2016-2024 年绿色债券募投领域规模和占比

数据来源：Wind，中央结算公司统计

基于上述背景，绿色债券作为一种创新型的绿色金融工具，近年来在全球市场中展现出快速增长的态势。其核心目标是借助资本市场的力量，引导资金流向具备环保属性的项目，从而促进绿色经济的可持续发展。然而，在中国绿色债券市场的发展过程中，仍面临诸多挑战，其中“漂绿”现象尤为突出。部分企业在发行绿色债券后，并未将募集资金切实投入环境友好型项目，而是利用当前监管体系的漏洞，通过发行绿色债券获取套利收益。这种行为不仅扰乱了市场运行的规范性，也削弱了绿色债券的市场信誉，不利于市场的健康发展。

因此，本文旨在深入探讨企业发行绿色债券对其污染减排的促进作用。通过理论分析与实证研究相结合的方法，系统分析绿色债券发行与企业污染排放之间的关系。研究结果表明，绿色债券的发行有助于推动企业污染减排，并揭示了其作用机制。此外，本文进一步考察了不同类型企业在绿色债券影响下的异质性效应以及绿色债券发行的行业溢出效应，为优化绿色债券市场的运行机制提供了理论支持，并为相关政策制定提供了科学依据。

1.1.2 研究意义

（1）理论意义

本文采用 2015-2022 年 A 股重污染行业上市公司面板数据，借助 2015 年年底国家发展改革委发布的《绿色债券发行指引》这一准自然实验，采用多时点双重差分模型实证研究绿色债券发行如何影响重污染企业的污染排放问题。与以往文献相比，本文研究的理论意义在于：首先，本文创新性地从绿色债券的视角出发，分析绿色金融与重污染企业污染排放之间的关系，弥补了国内绿色金融理论研究的不足，并拓展了绿色债券发行效果的相关研究。其次，本文系统考虑了绿色金融的环境规制功能与资源配置功能，以及绿色债券的独特市场属性，尝试从绿色创新、期限错配和社会关注三个渠道分析绿色债券在促进企业污染减排中的作用机制。这一研究框架契合中国绿色经济建设与绿色金融发展的时代背景，进一步拓宽了金融与生态环境发展领域的研究边界，并为相关文献的发展提供了新的研究思路。最后，本文研究了绿色债券发行的行业溢出效应，现有绿色金融研究主要关注绿色债券对发行企业的直接影响，如融资成本、企业绩效和环境绩效等，而对其在行业或市场层面的外部性关注较少。研究绿色债券的行业溢出效应有助于拓展绿色金融理论框架，揭示绿色金融工具如何通过市场机制影响非发行企业的环境治理行为，丰富绿色金融在企业间传导机制的研究。

（2）现实意义

首先，本文通过研究绿色债券发行对企业污染排放的影响，为绿色金融工具的环境治理效应研究提供了新视角。在中国“双碳”目标及绿色经济转型的背景下，企业环保责任的履行成为衡量其可持续发展的关键要素，而绿色债券作为重要的市场化金融工具，能够为企业污染治理与清洁生产提供必要的资金支持。因此，本文的研究可以为企业如何利用绿色融资实现污染减排提供理论依据和实证支持。其次，研究绿色债券发行对企业污染排放的影响效应，有助于揭示企业在绿色债券激励下如何降低污染排放水平，为重污染企业提供绿色债券的减排思路，从市场视角深化对绿色金融作用的理解。研究结论能够为政府优化绿色债券认证标准、完善环境信息披露制度提供决策参考，同时助力金融机构建立环境效益评估体系，推动绿色金融政策工具与生态环境治理目标的精准对接。

1.2 研究内容和研究方法

1.2.1 研究内容

本研究基于 2015-2022 年 A 股重污染行业上市公司的面板数据,从绿色债券发行角度出发,系统分析其对企业污染排放的影响效应及内在作用机制。全文通过理论分析与实证检验相结合的研究范式展开论述,具体内容如下:

第 1 章,绪论。本章围绕研究背景、意义、内容及方法展开论述,并对研究的创新点与局限性进行详细阐释。首先,分析绿色债券发展背景及绿色债券在应对环境污染方面的潜在作用,提出本文的研究问题。其次,探讨绿色债券发行对企业污染排放影响的理论价值及其在现实经济中的实践意义。然后,明确研究内容、研究技术路线与方法,包括文献研究法、实证分析法等。

第 2 章,文献综述。本章围绕绿色债券与企业污染排放的相关研究展开综述。首先,对绿色债券和企业污染排放的概念进行界定。其次,系统梳理国内外关于绿色债券、企业污染排放及二者关系的研究成果,归纳现有研究的主要观点和方法。最后,通过文献述评总结当前研究的不足,提出本文的研究切入点及可能的贡献。

第 3 章,理论基础与研究假设。本章从理论角度构建研究框架,并提出相关假设。首先,基于利益相关者理论、社会责任投资理论、信号传递理论及可持续发展理论,探讨绿色债券对企业污染排放的影响机理。其次,提出核心研究假设,包括绿色债券发行对企业污染排放的直接影响及其可能的作用机制,如绿色创新、期限错配和社会关注等。

第 4 章,绿色债券发行对企业污染排放影响的实证设计。本章构建实证分析框架,明确研究样本、变量选取及模型构建。首先,介绍研究数据来源及样本筛选标准,选取 2015—2022 年 A 股重污染行业上市公司的面板数据。其次,定义各类变量,包括被解释变量、解释变量以及控制变量。最后,构建实证模型,为后续实证分析奠定基础。

第 5 章,绿色债券发行对企业污染排放影响的实证结果分析。本章基于实证模型进行数据分析,验证研究假设,并深入探讨影响机制与稳健性。首先,进行描述性统计分析,展示数据特征。其次,进行基准回归分析,考察绿色债券发行

对企业污染排放的直接影响。随后，从绿色创新、期限错配和社会关注三个维度检验其作用机制，深入探讨这些因素在绿色债券影响企业污染排放过程中所扮演的中介角色，以揭示其环境效应的传导机制与作用路径。此外，进行异质性分析，考察企业产权性质、企业规模等因素的调节作用。为了验证研究结果的稳健性，进行平行趋势检验、安慰剂检验、倾向得分匹配估计等稳健性检验，并考虑政策变量的干预影响。最后，进一步探讨绿色债券发行的行业溢出效应，并结合实证结果展开讨论。

第 6 章，研究结论与政策建议。本章总结研究结论，并提出政策建议与未来研究展望。首先，归纳本文的主要研究发现，说明绿色债券对企业污染排放的影响及其作用机制。其次，基于研究结论，提出相关政策建议，如优化绿色债券市场机制、推动企业绿色转型、完善监管政策等。最后，讨论研究的局限性，并对未来研究方向进行展望，如扩展研究样本、优化研究方法或考察其他可能的影响因素，以进一步完善绿色金融领域的研究体系。

以上六个章节构成了本文的完整研究体系，旨在系统探讨绿色债券发行对企业污染排放的影响及其作用机制，为政策制定和企业实践提供科学依据。

1.2.2 技术路线

基于论文的研究方法和研究内容，本研究遵循“提出问题—理论研究—实证研究—结论建议”的思路构建论文研究框架结构。对应技术路线具体如图 1-3 所示：

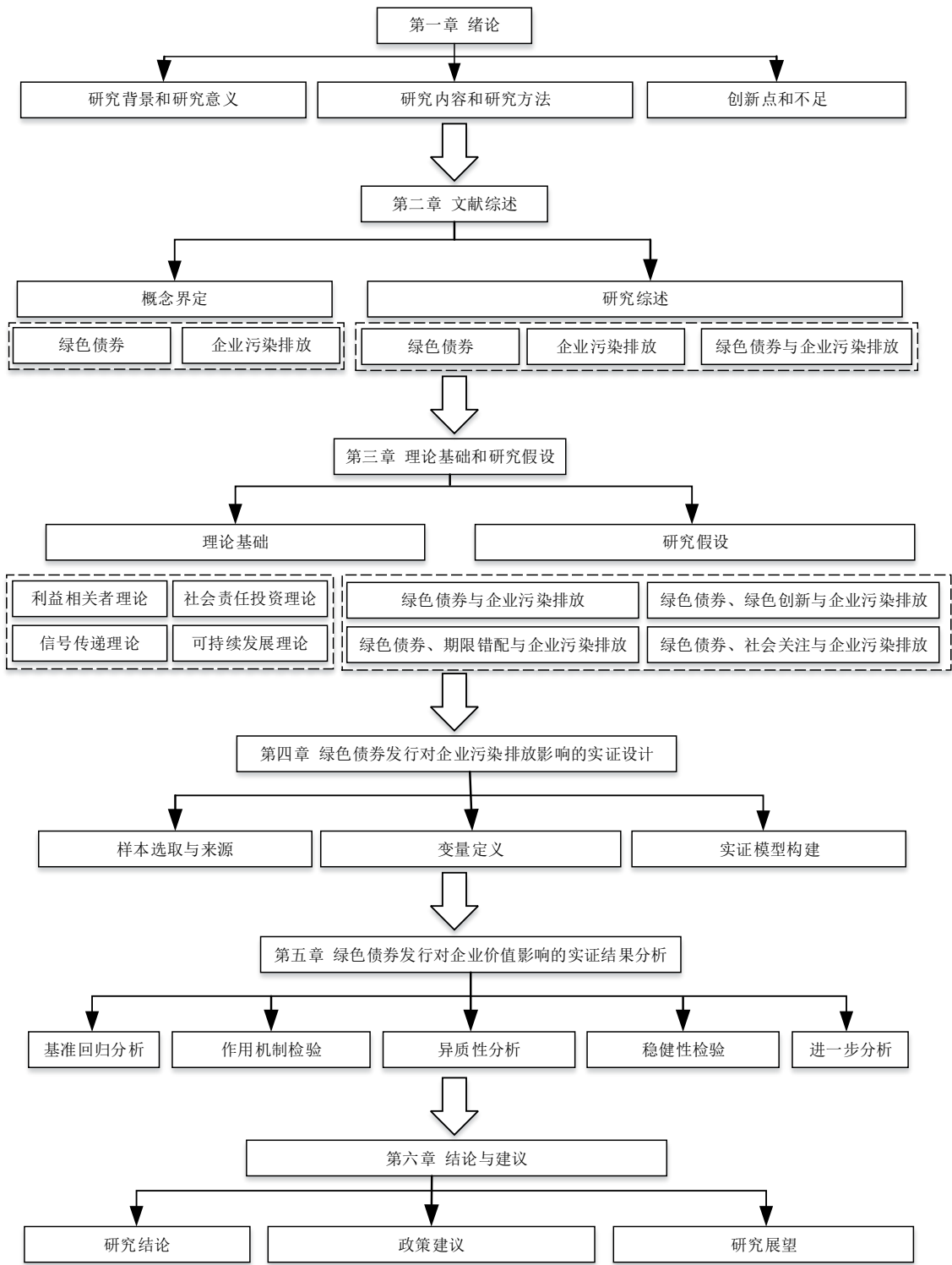


图 1-3 技术路线图

1.2.3 研究方法

(1) 文献研究法

在研究初期，本研究广泛查阅国内外相关文献，系统分析绿色债券的概念界

定与研究现状，归纳当前关于绿色债券与企业污染排放之间的研究空白与发展趋势。文献研究法的运用不仅显著提升了研究效率，还有助于明确研究方向，并进一步完善本文的研究框架。在文献查阅过程中，首先从绿色金融领域切入，深入检索与绿色金融相关的研究成果及其发展动态；随后，对绿色金融与绿色债券的关系、绿色债券发行的影响效应等研究现状进行梳理；最后，重点分析绿色债券发行对企业污染排放的影响，并基于已有研究成果探讨本文的进一步拓展与深化。在此基础上，通过对大量文献资料的系统整理，总结当前学界关于绿色债券的主流观点与研究方法，从而为本研究提供创新视角与突破点，同时有效识别研究设计阶段的不足与局限，为后续研究的深入开展奠定坚实基础。

（2）实证研究法

本文基于 2015 年至 2022 年 A 股重污染行业公司的面板数据，采用实证研究范式，聚焦讨论绿色债券发行影响企业污染排放的影响效应方向性特征，并揭示其传导路径与作用机理。首阶段通过构建多时点双重差分模型，精准识别绿色债券的减排效应；为缓解模型可能存在的内生性和自回归问题，本研究进一步进行平行趋势检验、安慰剂检验等稳健性检验，以确保结果的可靠性。其次，为揭示绿色债券的作用机制，本文采用两步回归法，检验企业绿色创新、期限错配与社会关注的中介作用。此外，通过分组回归方法，考察企业所有权性质与企业规模对绿色债券影响效应的差异，深入分析其对企业污染排放的影响。最后，基于空间杜宾模型探讨绿色债券发行的行业溢出效应。上述实证分析方法有助于提高研究结论的准确性和稳健性。

1.3 创新点和不足

1.3.1 研究创新点

第一，现有关于绿色债券的研究大多侧重于考察其对发行公司运营的直接影响，特别强调发行绿色债券如何降低融资成本和提升企业价值。本文创新性地从绿色债券的视角出发，分析绿色金融与重污染企业污染排放之间的关系，弥补了国内绿色金融理论研究的不足，并拓展了绿色债券发行效果的相关研究。

第二，本文系统考虑了绿色金融的环境规制功能与资源配置功能，以及绿色

债券的独特市场属性，尝试从绿色创新、期限错配和社会关注三个渠道分析绿色债券在促进企业污染减排中的作用机制。这一研究框架契合中国绿色经济建设与绿色金融发展的时代背景，进一步拓宽了金融与生态环境发展领域的研究边界，并为相关文献的发展提供了新的研究思路。

第三，以往的研究多从企业自身的角度探讨发行绿色债券的原因和意义，关于绿色债券发行是否会影响相关行业其他企业的环境效应的研究仍然相对有限，明显缺乏详细的分析关于绿色债券发行在行业间的溢出效应。鉴于此，本文不仅探讨了重污染企业发行绿色债券对自身污染排放的影响，还基于信息外部性视角，进一步研究了绿色债券发行的行业溢出效应。从行业溢出效应视角切入，不仅使绿色债券环境效应的研究维度得到了深化，并且企业可持续发展驱动因素的相关理论探索也得到了极大的拓展。

1.3.2 研究不足

第一，本文初始样本涵盖了大量绿色金融债券以及非 A 股上市公司的发行主体，但在实证分析中，仅选取了发行非金融债券的 A 股上市企业，并剔除了非重污染行业的企业。这一筛选标准可能会削弱研究结果的外部效应，限制其对更广泛市场主体的适用性。

第二，受样本规模限制，本文未区分企业首次发行与多次发行绿色债券的影响，而企业在不同的绿色债券发行阶段可能面临不同的政策环境和市场反应。因此，未来研究可进一步区分这一特征，并重新检验首次发行与重复发行是否会对重污染企业污染减排效果的影响存在差异。

第 2 章 文献综述

2.1 概念界定

2.1.1 绿色债券

绿色债券是一种债务融资工具，其募集资金专门用于资助对环境具有积极影响的项目或企业。其核心特征在于资金用途的绿色属性，即可持续水资源管理、可再生能源以及节能环保等符合环境可持续发展的领域。绿色债券的发行主体可包括政府、金融机构、企业等，发行形式涵盖公司债、金融债、政府支持债券及资产支持证券等多种类型。

绿色债券的界定通常依托国际与国内相关标准。具体而言，国际和国内分别发布了《绿色债券原则》、《绿色债券原则》、《绿色债券发行指引》和《绿色债券支持项目目录》四项标准，前者重点为绿色债券的界定提供了框架指引，后者则具体规定了绿色债券的认定标准、资金使用范围及信息披露要求。

相较于传统债券，绿色债券更加严格要求信息披露、发行要求及监管合规性方面，具体而言，绿色债券必须明确资金使用方向，同时需要定期披露环境效益评估报告及资金使用情况，以确保募集资金真正用于绿色项目。因此，绿色债券不仅是一种金融创新工具，也在促进可持续发展和低碳经济转型方面发挥着重要作用。

2.1.2 企业污染排放

企业污染排放是指企业在生产经营过程中，由于能源消耗、原材料使用及工业生产工艺等因素，向环境介质（如大气、水体和土壤）排放污染物的行为。这些污染物主要包括温室气体（如二氧化碳、甲烷）、常规大气污染物（如二氧化硫、氮氧化物、颗粒物）、水污染物（如化学需氧量、重金属）以及固体废弃物和有毒有害化学物质。企业污染排放的规模、类型及其环境影响受行业特性、能源结构、生产工艺及环境管理水平等因素的共同影响。

企业污染排放的界定通常依托国家及国际层面的环境法规、标准体系及统计指标。例如，联合国《可持续发展目标》中的气候行动（目标 13）和负责任消

费与生产（目标 12）涉及对企业污染排放的管理要求；《京都议定书》《巴黎协定》等国际气候协议也对企业碳排放提出了约束性规定。国内层面，《环境保护法》《大气污染防治法》《水污染防治法》等法律法规明确了企业污染物排放的许可管理、排放限值及环境信息披露要求。此外，碳排放核算体系、排污许可制度及环境绩效评价体系亦构成企业污染排放测度与监管的重要依据。

在环境规制日趋严格及绿色金融体系不断完善的背景下，企业污染排放不仅是生态环境治理的重要议题，也逐渐成为衡量企业社会责任（CSR）及环境、社会和治理（ESG）绩效的关键指标。因此，加强对企业污染排放的管控，不仅有助于降低环境风险，还可推动企业实现绿色低碳转型，提升其可持续发展能力。

2.2 研究综述

2.2.1 绿色债券相关研究

绿色债券作为支持环境友好型活动的重要金融产品之一^[10]，自 2007 年以“气候认知债券”形式出现后，正式将资本市场与绿色投资相结合^[11]。随着绿色债券市场的快速发展，其定义和标准成为学界讨论的焦点。Tang 和 Zhang^[12]指出，当前绿色债券的指导原则和分类标准尚未统一，主要包括《绿色债券原则》和《气候债券标准》。前者由多家投资银行制定，规定了募集资金用途、管理、信息披露等要求；后者则提供具体分类标准，供第三方评估^[13]。定义与制度框架的不一致可能增加交易成本和“漂绿”风险，影响道德投资者选择，阻碍市场扩展及可持续发展^[14]。根据国际资本市场协会的定义，绿色债券是一种金融工具，其资金用于融资或再融资符合特定环境标准的绿色项目。

关于绿色债券的定价问题，学界仍存在一定争议，尚未达成普遍共识。一部分文献认为绿色溢价或折价并不存在。例如，根据 Larcker 和 Watts^[15]的研究成果，绿色债券在信用利差、二级市场及交易活跃度等多个维度上与非绿色债券并没有展现太大差异，从而在真实的市场中，投资者并不会对同一发行主体所发行的非绿色和绿色债券进行区分，而是作为同等的投资选项，并未表现出偏好于牺牲经济利益以推动环境友好型项目的倾向；换言之，投资者在做出投资决策时，并未主动优先考虑环境可持续性目标，而是将两类债券视为可互换的投资工具，

其经济回报成为首要考虑因素，而非其对环境影响的正面贡献。Hachenberg 与 Schiereck^[16]选取了在 2015 年 10 月至 2016 年 3 月期间全球范围内发行的绿色债券作为研究对象，他们的分析揭示出，相较于普通债券，绿色债券存在约 1 个基点的价格折让现象。然而，这一发现并未达到统计显著性水平。相反，一些研究发现绿色债券相对于普通债券存在折价现象。例如，Zerbib^[17]指出，绿色债券相较于普通信用债券存在约 2 个基点的折价，这表明投资者对绿色债券具有需求意愿，并愿意牺牲部分回报以支持绿色投资。Hyun 等^[18]的研究表明，经第三方认证的绿色债券相比普通债券平均折价约 6 个基点。Wang 等^[19]的研究揭示，针对中国市场，绿色债券在发行之际所展现的价格折扣显著超越其他各国，其平均折价幅度高达 34 个基点。

在资本市场表现方面，关于绿色债券的研究主要集中在股票收益、股票流动性和资本市场风险等方面。首先，在股票收益方面，研究表明，企业的股价会受到获得第三方认证的绿色债券的显著且持续影响^[20]，第三方认证增强了绿色债券的公信力，有效引导社会资本流向绿色产业，最终提升企业整体的股票市场表现^[21]。其次，在股票流动性方面，绿色债券独特的“绿色标签”特征增强了理性投资者对发行企业的信任，提高了投资者对企业未来盈利能力的预期，从而促进股票交易的活跃度，提升股票流动性^[22]。最后，在资本市场风险方面，绿色债券可以充当股票价格稳定的“安全网”，帮助发行企业在市场上树立履行社会责任的良好声誉，并有效减轻不利事件对企业股价的冲击^[22]，这一作用机制可由信号传递理论解释。此外，根据优序融资理论，绿色债券为发行企业在绿色项目中创造利润提供了更多机会，从而提升未来现金流，增强企业价值，并降低企业投资项目的风险^[12, 23]。

除资本市场表现外，学者们还关注绿色债券对企业绩效的影响。马亚明等^[24]借助双重差分模型，对我国面板数据展开了深入的实证分析，其研究表明，企业发行绿色债券能够明显增进其价值，且这一正面效应呈现出动态且持续的特征；具体而言，他们发现绿色债券的发行不仅提升了企业价值，而且这一提升效果在时间上具有延续性，显示了绿色债券对企业价值的长期积极影响。Zheng 等^[25]发现发行绿色债券能够显著改善企业 ESG 绩效，ESG 得分平均提升约 20.5%。根据陈幸幸等^[26]的研究结果，一旦绿色债券从公司发行后，它便能通过间接的

溢出效应或直接作用机制路径推动企业绿色技术创新活动的开展,同时也对非绿色技术创新产生积极影响。Cheng 和 Wu^[27]进一步发现发行绿色债券对企业绿色转型具有显著的推动作用。在环境外部性方面,Flammer^[28]研究发现,绿色债券的发行促使企业环境评级提升,并且碳排放量减少;张科等^[29]以 2011–2020 年中国 279 个地级市为研究样本,探索绿色债券对城市碳排放的影响。研究表明,城市碳排放强度的降低很大程度上受到绿色债券的积极影响,同时绿色债券也显著提升了城市的绿色全要素生产率,进而促进经济的高质量发展。

2.2.2 企业污染排放相关研究

近年来,随着环境污染问题日益严峻,中国政府高度重视经济发展模式的转型升级,旨在实现污染减排和转型升级的“双赢”目标,推动兼顾经济繁荣与环境可持续性的绿色经济增长^[30]。学术界普遍关注的是通过分析各种关键因素来探讨污染排放的影响,基于不同的研究视角,相关研究可以进一步分为三个主要方面。

首先,已有文献从多个不同角度对污染排放的决定因素进行了深入研究,涵盖能源结构^[31]、产业结构^[32, 33]、城市化进程^[34]、交通基础设施^[35, 36]以及全球价值链^[37, 38]等多个角度。这些研究基于中国的资源禀赋条件、现实基础和外部约束,分析了各因素对污染排放的影响及作用机制。

其次,在中国的特殊国情背景下,一些学者从制度因素的角度考察污染排放问题。吕越和张昊天^[39]将市场分割纳入企业污染品产量博弈模型,发现市场分割显著加剧了工业企业的污染排放,不利于绿色转型和高质量发展,并加重了地方环境压力。曹婧和毛捷^[40]则从预算内外双重角度考察财政分权对污染排放的影响及其传导机制。作者利用 2007-2019 年中国 283 个地级市作为研究样本,发现预算内财政分权对工业排污的影响不明显,而地方政府举债产生的预算外财政分权加剧工业排污。

第三,部分研究致力于探讨政府应对环境污染的政策与战略。陆菁等^[41]发现“十一五”期间实施的“千家企业节能行动”有效减少了受政策管制企业因化石燃料消耗产生的直接碳排放。Chen 等^[42]的研究结果表明低碳城市试点政策对减少污染和碳排放有直接影响。Xiao 等^[43]发现绿色金融政策显著降低了重污染

行业上市公司的污染排放强度。与本文研究内容最相关的文献发现，绿色金融改革创新试验区的设立有效抑制了试点地区内重污染企业的污染排放^[2]。

尽管这些研究为理解中国环境污染问题的复杂性提供了重要见解，但其主要关注外部经济政策因素，而较少探讨企业内部减污的内在动机。因此，未来研究需进一步拓展相关议题的研究广度与深度，以全面揭示企业污染治理的多重机制。

2.2.3 绿色债券与企业污染排放相关研究

近年来，绿色金融政策对二氧化碳排放的影响成为研究热点^[44]。现有研究揭示，绿色金融政策在不同地区和行业的碳减排效果存在非对称性^[45]。关于绿色金融政策对污染物排放的影响，现有研究相对有限。例如，Lan 等^[46]发现绿色金融政策与工业二氧化硫排放之间存在非线性关系，而 Su 等^[47]揭示了绿色金融政策与细颗粒物（PM_{2.5}）排放之间的双向因果关系。这些研究表明，绿色金融政策对环境治理的影响具有复杂性和多层次性，因此，进一步探讨绿色金融工具在环境绩效提升中的作用具有重要意义。

在绿色金融工具中，绿色债券因其直接面向环保项目融资而受到广泛关注。Flammer^[28]研究发现，绿色债券的发行有助于提升发行企业的环境绩效。具体而言，债券发行后，企业的二氧化碳排放量显著下降，并获得更高的环境评级。这一积极变化不仅增强了投资者对气候友好型项目的信心，使更多长期关注可持续投资的投资者增加对绿色债券的持有比例，同时也促进了绿色金融市场的进一步发展。因此，绿色债券的发行不仅能够改善企业自身的环境表现，还能吸引可持续投资者，实现企业与投资者的双赢。在企业层面，绿色债券的正向影响尤为明显，尤其是在污染治理方面。Zhao 等^[48]指出，绿色债券能够有效推动污染企业的环境治理，具体体现在污染削减和排放控制等方面。这表明，绿色债券不仅改善了发行企业的环境绩效，也在重污染行业的绿色转型中发挥了关键作用。进一步地，从宏观层面来看，张科等^[29]的研究揭示了绿色债券的推广对于降低城市碳排放强度具有显著效果，说明其影响已从企业层面扩展至更大范围的低碳发展，推动了城市层面的环境改善。

此外，绿色债券的正向影响还具有一定的溢出效应。吴育辉等^[49]认为，企业成功发行绿色债券，能够积极促使同行业内的其他企业采取更为广泛的环保措

施，从而提升整体环境绩效。这一观点得到了 Song 等^[50]的进一步验证，其研究发现，绿色债券的发行能显著促进同行企业的绿色实践，且重污染企业发行的绿色债券对同行的带动作用更为显著。这说明，绿色债券不仅能够直接改善发行企业的环境表现，还能通过行业间的示范和带动效应，推动整个行业向更可持续的方向发展。

2.2.4 文献述评

根据现有文献，学术界对绿色债券的研究主要聚焦于以下三个方面：绿色债券的发行定价、收益及风险特征，以及其对企业的影响。这些研究在揭示绿色债券的市场特性、投资价值及其对企业融资行为的影响方面提供了重要的理论与实证支持。然而，关于绿色债券在微观层面的作用机制，尤其是其如何激励企业实现污染减排、推动绿色转型的研究仍较为有限，对相关影响路径的探讨亦有待深入拓展。与此同时，现有研究为理解中国环境污染问题的复杂性提供了重要见解，但主要侧重于外部经济政策因素对企业环保行为的影响，而对企业内部减污的内在动机关注较少。鉴于企业自主减污行为在环境治理中的关键作用，未来研究应进一步拓展相关议题的研究广度与深度，深入探究绿色债券如何通过市场机制影响企业的环保决策，从而全面揭示企业污染治理的多重机制。

第3章 理论基础与研究假设

3.1 理论基础

3.1.1 利益相关者理论

利益相关者理论由 Freeman (1984) 提出,旨在强调企业经营不仅仅是为股东创造财富的过程,而是要兼顾所有与企业有利益关系的各方,包括股东、债权人、政府以及社会等。不同于传统企业理论侧重于最大化股东价值的特点,利益相关者理论认为,企业的成功不仅取决于股东的利益,还与其他利益相关者的关系密切相关。因此,企业在运营过程中应致力于平衡与协调各利益相关方的需求,积极回应其合理期待,以促进企业长期可持续发展。

在绿色债券发行与企业污染排放的研究背景下,利益相关者理论提供了重要的理论支持。一方面,绿色债券作为一种环境导向的金融工具,其发行能够强化企业与关键利益相关者(如绿色投资者、政府监管机构、社会公众等)之间的联系,并促使企业在污染治理和可持续发展方面做出积极承诺。绿色投资者和社会公众通常更关注企业的环保表现,企业通过发行绿色债券能够获得更广泛的社会认可,提升企业声誉,并减少因环境违规带来的风险。另一方面,政府作为重要的利益相关者,通过环境政策和绿色金融激励措施,引导企业通过发行绿色债券获得长期资金支持,以投入绿色技术研发和污染治理项目,从而降低污染排放水平。

综上,利益相关者理论强调企业在环境治理中的责任及其与各利益相关者的互动关系。在本研究中,该理论有助于解释绿色债券发行如何通过影响企业与利益相关者的关系,从而推动企业加强污染治理、改善环境绩效,实现经济效益与环境效益的双赢。

3.1.2 社会责任投资理论

社会责任投资理论是一种投资策略,强调在追求财务回报的同时,考虑到企业在环境、社会责任以及公司治理等方面的表现。传统的投资理论通常关注企业的财务表现和盈利能力,而社会责任投资理论则拓宽了投资者的视野,提出投资

决策应同时综合考虑社会、环境和治理等非财务因素。这一理论认为，企业的社会责任履行情况不仅对社会产生积极影响，也能有效提升企业的长期竞争力和可持续发展能力，因此投资者在做出投资决策时，除了关注财务回报外，还应关注企业的社会责任和环境表现。

绿色债券作为一种金融工具，恰恰符合社会责任投资理论核心理念。绿色债券的发行使得企业能够为环保项目筹集资金，并承诺将这些资金用于减排、节能、生态保护等绿色项目，这不仅有助于改善企业的环保绩效，还能推动绿色经济的发展。在绿色债券的发行过程中，企业向投资者传递出其致力于环境保护和社会责任履行的承诺，这对于社会责任投资者尤其具有吸引力。因为这些投资者关注的不仅仅是财务回报，更看重企业在环境和社会方面的影响力。通过购买绿色债券，投资者能够支持那些通过绿色项目减少污染、推动可持续发展的企业，从而在获得经济回报的同时，促进环境保护和社会福祉的改善。

在企业污染排放的研究中，社会责任投资理论提供了理论框架来分析绿色债券发行如何影响企业的环境行为。绿色债券的发行帮助企业获得长期资金，用于支持减排和绿色技术的创新。这不仅改善了企业的环境表现，降低了污染排放，同时也提升了企业的社会责任形象，增加了其吸引社会责任投资者的能力。通过投资绿色债券，社会责任投资者不仅能获得稳定的回报，还能推动企业在环保和可持续发展方面取得更大进展。因此，绿色债券的发行不仅促进了企业的绿色转型，还使投资者与企业共同承担起环境保护的责任，实现了经济效益与社会责任的双赢。

3.1.3 信号传递理论

信号传递理论衍生自信息不对称的经济学原理，旨在剖析在市场信息非均衡的环境下，企业如何通过有效的信号传递机制，降低外部不确定性，进而引导并影响外部投资者的决策行为。根据信号传递理论，企业在面临信息不对称时，通过某些信号向市场传递有关自身质量和未来前景的信息，尤其是当这些信号能够有效降低投资者的不确定性时，企业能够获得更多的资本支持和更好的市场评价。信号传递理论的核心观点是，企业通过某些特定行为或特征向市场传递其内在价值和品质，以此获得资本市场的认可和投资者的信任。

在绿色债券发行的背景下,信号传递理论为研究绿色债券如何影响企业污染排放提供了理论框架。绿色债券的发行向市场传递了企业在环境保护方面的积极信号,表明企业在履行社会责任、推动绿色项目方面的承诺。对于投资者而言,绿色债券的发行不仅是企业在资本市场的一次融资行为,更是一种展示其社会责任和环保意识的信号。这种信号传递了企业的可持续发展意图,特别是其对于减少污染排放、投资绿色项目的决心。因此,绿色债券的发行能够有效降低投资者对于企业环保行为的疑虑,吸引那些关注环境责任的社会责任投资者,进而推动更多资本流入到环保和绿色项目中。

从信号传递的角度来看,绿色债券的发行也具有提高企业声誉和市场认同度的作用。成功发行绿色债券的企业往往能够展示其良好的治理结构和长远的可持续发展战略,这一行为向市场传递了企业的高质量和对未来可持续发展的积极预期。因此,绿色债券的发行不仅帮助企业筹集了资金,也强化了企业的社会责任形象,有助于提升其市场竞争力和投资者信任度。特别是对于关注环境保护的投资者而言,绿色债券提供了一个明确的投资信号,能够帮助他们识别那些真正致力于绿色转型的企业。

总之,信号传递理论为分析绿色债券对企业污染排放的影响提供了有力的理论支持。通过绿色债券的发行,企业向市场传递了其环境责任的积极信号,这不仅有助于提升企业的社会形象和获得资金支持,还能推动企业采取实际行动减少污染排放,进而推动环境的可持续发展。信号传递理论表明,绿色债券的发行不仅是企业融资的手段,更是企业履行社会责任、降低环境风险的重要信号,这一信号能够影响投资者的决策,并促进企业在环保方面的持续投入。

3.1.4 可持续发展理论

可持续发展理论起源于 20 世纪 70 年代,尤为值得一提的是,1987 年联合国发布的《我们共同的未来》报告中,首次明确界定了可持续发展的核心概念。可持续发展被诠释为一种发展模式,旨在满足当代人的需求,同时确保不削弱后代满足自身需求的能力,强调在环境保护、经济增长与社会责任三个维度之间寻求平衡发展。随着全球环境问题的加剧和资源的日益匮乏,企业和社会面临着如何在推动经济增长的同时,保障生态环境和社会福祉的双重挑战。可持续发展理

论提倡通过长期的、全局性的视角，促进资源的高效利用和环境的保护，实现社会、环境和经济的协调发展。

在绿色债券发行的背景下，可持续发展理论提供了一个重要的理论框架。绿色债券核心使命在于给予环保项目足够的资金支持，促进政府与企业早日完成绿色转型工作，进而促进环境保护与社会福祉的双重提升。通过发行绿色债券，企业可以获取资金，投资于清洁能源、污染治理和资源节约等领域，这不仅有助于企业在经济方面获得发展，还能减少污染排放、提升社会责任感和环境贡献，从而促进可持续发展目标的实现。

绿色债券的发行与可持续发展紧密相关，因为它体现了企业在追求经济利益的同时，承担起环保和社会责任。绿色债券作为一种资金筹集方式，能够引导资本流向绿色项目，推动企业在环保领域的创新和投资。与此同时，企业通过绿色债券的发行，向外界传递了其致力于减少污染、保护生态环境的承诺，这有助于企业树立可持续发展的良好形象，增强其社会责任感和市场竞争力。此外，绿色债券的成功发行还能够吸引更多的投资者，特别是那些 ESG 标准的投资者，从而进一步推动企业在可持续发展道路上的前行。

3.2 研究假设

3.2.1 绿色债券与企业污染排放

不同于传统企业理论侧重于最大化股东利益的特点，利益相关者理论认为投资者、债权人、股东、供应商等均为企业的关键角色^[51]，共同构建企业的价值网络。各利益相关者通过专属性投资，不仅为企业注入资本与资源，同时也承担着相应的风险与不确定性，因此，他们理应享有企业收益分享的权利，而企业应当最大化所有相关利益相关者的利益，以实现可持续增长^[52]。同样，社会责任投资理论认为，企业不仅肩负经济责任，更应主动承担涵盖慈善责任与环境责任在内的广泛社会责任，因此，进行相应社会责任投资，以实际行动回应社会期待，成为企业不可或缺的使命。

基于利益相关者理论与社会责任投资理论的视角，企业发行绿色债券，不仅能够深化与关键利益相关者，包括投资者、股东的互动，有效获取生产经营与绿色转型所需的关键资源，还能够将募集资金投资于环境友好型项目。这不仅显著

促进企业环境绩效的提升,实现积极的环境效益,同时可以促进利益相关者面临的潜在环境风险的降低,满足多元利益相关者对可持续发展与环境保护的共同期待。值得注意的是,企业污染排放行为往往伴随着显著的负外部性,即对环境及社会造成不利影响而不承担相应成本。而企业的绿色投资,通过实施环境友好型项目,能够在一定程度上内部化这些外部性,即转化为企业自身的成本或收益,从而体现了企业主动承担社会责任的积极态度。具体而言,可以通过发行绿色债券来实现环境成本内部化。当利益相关者感知到这一行为时,企业能够更容易地获得其支持与信任,从而提升企业竞争力,促进企业的长期可持续发展。

此外,不同于传统债券,当绿色债券被企业用于为环保项目融资时,更为严格的信息披露准则必须遵守,同时需要接受更为严密的审核程序。依据信号传递理论,企业主动披露募集资金的具体用途与拟融资项目的类型等信息,对市场中的信息不对称问题能够有一定程度的缓解,进而增强投资者信心,提升市场运作效率。同时,绿色债券的成功发行,不仅彰显了拟投资绿色项目具备良好的投资价值与市场预期,更体现了企业在生态保护、环境改善等可持续发展领域的责任担当与积极贡献。这一事实有助于传统债券和发行绿色债券的企业的有效区分^[28],向投资者传递企业高质量绿色发展的积极信号。这些信息能够促进企业构建良好的声誉,为企业招揽更多积极的投资者,进而在利益相关者中为企业赢得竞争优势,助力实现企业的可持续发展。因此,本文提出以下假设。

H1: 绿色债券发行有助于促进重污染企业污染减排。

3.2.2 绿色债券、绿色创新与企业污染排放

波特假说指出,政府对环境法规的严格执行能够迫使企业开展绿色技术创新,从而在提升环境绩效的同时实现经济绩效的增长,最终实现环境保护与企业竞争力提升的“双赢”局面^[53]。这一理论强调了严格环境监管在推动企业技术进步和提高资源利用效率方面的重要作用,表明环境规制不仅不会削弱企业竞争力,反而可能成为促进企业可持续发展的重要驱动力。

自 2016 年以来,企业绿色债券融资在政府的明确引导和有效监管下得到了进一步规范和发展,使得企业在绿色技术创新方面迎来了新的挑战与机遇。绿色技术创新主要指企业以减少环境污染为目标所进行的创新活动,通常涉及节能减

排技术、清洁生产工艺、循环利用技术等。然而，相较于传统的技术创新，绿色技术创新往往展现出收益回报相对滞后、投资周期更为漫长、市场适应性存在不确定性等特征，这些特点使得企业在推进绿色创新的过程中，面临着更为严峻的财务压力与技术风险。此外，由于绿色技术创新的主要收益体现在环境改进和社会福利提升，而直接的经济回报相对有限，因此，企业往往将其视为履行社会责任的方式之一，而非主动追求经济效益的手段。这种创新模式在一定程度上属于被动创新，即企业更多是在外部压力（如政府监管、政策要求、市场约束）下，被动地进行绿色技术创新，以满足环境合规性要求、降低潜在的政策风险，并提升企业社会责任形象。

随着 2016 年《关于绿色公司债券试点的通知》的发布，监管政策进一步趋严，并对绿色债券的发行及资金使用提出了更为明确的要求。这一制度安排不仅强化了企业在绿色融资中的合规性约束，也在客观上迫使企业加大对绿色技术创新的投入，以确保绿色项目的顺利推进。因此，绿色债券的发行可以通过激励企业进行绿色创新，进而降低企业的污染排放。一方面，绿色债券提供了相对稳定的长期资金支持，有助于缓解绿色技术创新过程中因高成本和高风险所带来的融资约束，提高企业绿色研发投入的可持续性。另一方面，绿色债券的发行要求企业增强环保责任和信息披露义务，在市场和政策的双重压力下，企业将更加倾向于加快绿色技术的研发和应用，以满足投资者和监管机构的期望，从而实现企业绿色转型与污染减排的协同效应。

综上所述，绿色技术创新是绿色债券发行促进企业污染减排的重要传导路径之一，即绿色债券能够通过激励企业加强绿色创新投入，推动绿色技术的应用和扩散，从而降低企业的污染排放水平。因此，本文提出以下研究假设。

H2：绿色债券发行通过激励重污染企业绿色创新来降低企业污染排放。

3.2.3 绿色债券、期限错配与企业污染排放

面对资源枯竭与生态退化等众多严峻挑战，当务之急是加大对资源和环境领域的绿色投资。据相关数据表明，国家财政机构在清洁能源等低碳发展领域的年度预算投入，仅覆盖该领域资金需求总量的 10%至 15%区间，因此社会资本则是剩余资金缺口的主要依赖。尽管企业是绿色投资的主力军，但目前大多企业都

存在绿色投资不足的现象。究其根源，绿色项目普遍存在商业可行性不足问题^[54]，加之回报不确定、高风险及投资周期漫长等特性^[55]，导致传统信贷体系并不能给予企业长期稳定的资金支持^[56]。此外，由于中国金融市场起步较晚的特点，债券市场与股权发展存在一定程度的滞后性，长期投资需求远远大于融资规模，投资需求难以满足。正因为当前存在的制度缺陷和不完善市场结构，从而迫使企业不得不采取短期滚动融资策略来支持长期投资计划，进一步导致投融资期限错配和融资约束现象的严重化^[57]。大量实证研究指出，期限错配不仅会显著削弱企业绿色创新的动力^[58]，提高股价崩盘风险^[59]，还可能引发低效投资问题和流动性风险^[57]，最终削弱企业环境治理与可持续发展的能力。

由于绿色投资普遍存在回报周期较长的特点，在绿色项目融资阶段，一旦企业将传统信贷当成依赖时，投融资期限错配的负面影响将不可避免的被放大，进而负面影响企业的可持续发展。绿色债券在本质上并不属于传统信贷融资，而是属于直接债务融资模式，本质上具有更为显著的优势^[60]。一方面，由于绿色项目不同于传统的企业创新项目，通常具有高投入、长周期的特点，因此在融资期限上往往存在显著的期限错配问题。如果绿色项目的融资期限短于其投资回报周期，可能会导致项目无法及时产生足够的现金流以偿还债务，从而增加企业资金链断裂的风险，甚至导致绿色项目的失败。而绿色债券以长期融资为主，能够有效缓解这一期限错配问题，提高企业长期资金的占比，优化债务期限结构，降低期限错配带来的风险，增强绿色项目的财务稳定性，并进一步促进低碳、环保型企业的发展。另一方面，企业的债务结构也需要进行一定程度的优化，《绿色债券发行指引》明确要求，企业补充流动资金及偿还银行贷款及可使用发行绿色债券所募集的资金，但比例不得超过 50%。这表明绿色债券的发行能够给予企业稳定长期的资金支持，保障绿色项目的顺利进行，同时对企业资本配置的灵活性提升也有实质性的帮助，在优化投融资期限结构的同时能够缓解期限错配风险。因此，通过发行绿色债券，企业能够避免因期限错配而放弃潜在的长期绿色项目，减少低效投资，促进资金的高效利用，进一步增强企业绿色投资的稳定性和有效性，为其长期可持续发展奠定基础。综上所述，本文提出以下假设。

H3：绿色债券发行通过缓解投融资期限错配来降低重污染企业污染排放。

3.2.4 绿色债券、社会关注与企业污染排放

公司治理理论和利益相关者理论均强调社会关注对企业的监督机制和治理功能的重要性。首先，企业成功发行绿色债券后，通常倾向于通过官方媒体发布公告，相较于传统公司债券的发行，这将显著提升企业的市场知名度与媒体曝光度^[12]。考虑到市场参与者对企业信息披露的注意力存在局限性^[61]，发行绿色债券能一定程度上提升媒体曝光度，这不仅有助于显著增加投资者的关注度，扩大潜在投资者基础^[12, 17]，还能促进股票流动性的增强^[12, 62]，并激发资本市场的积极反馈^[19]，从而为发行企业带来品牌价值提升与潜在的市场收益^[63]。

此外，与普通公司债券相比，发行绿色债券的企业需遵循更为严格的信息披露准则。在绿色债券发行过程中，企业必须在招股说明书中详尽披露资金分配的详细计划、募集资金的具体用途、正在建设或计划建设的绿色项目概况，以及对潜在环境风险的全面评估，而这些内容在发行传统债券时通常不会披露。这些额外信息的披露极大地增强了资金流向的透明度，一定程度上缓解了信息不对称现象，同时引入了市场约束机制，有助于降低企业的感知风险^[62]。这一系列举措能够吸引更多投资者的注意，特别是那些关注社会责任和绿色投资的投资者群体。同时，绿色债券独有的“绿色标签”属性，在社会规范约束下为企业赢得了机构投资者的显著青睐。此外，企业成功发行绿色债券，这表明对于企业的绿色项目，认证机构有按时完成的积极预期，同时企业未来可持续发展的能力也得到了充分的肯定，更向市场传递了积极信号。这一信号不仅对企业的公众形象提升有极大的促进作用，还能够一定程度上吸引投资者的关注。

因此，绿色债券的发行可能依赖媒体提升曝光度、降低投资者感知风险，以及传递企业未来发展前景良好的信号，有效提升投资者的关注度与兴趣。投资者关注度的提升有助于扩大债权人基础^[17]，提高机构投资者的占比^[12]。张玉明等^[64]研究表明，社会关注对重污染企业具有绿色引导作用，能够显著促进这类企业的绿色创新水平提升，以获得更为持久的环境绩效。机构投资者的参与，能够为企业注入先进的经营理念与管理经验，对推动企业绿色创新、促进技术与资本的深度融合起到关键作用，进而推动企业的可持续发展进程，显著提升企业污染治理能力与环境管理水平。基于上述分析，我们提出假设 H4。

H4: 绿色债券通过提高发行主体的社会关注度来降低重污染企业污染排放。

第 4 章 绿色债券发行对企业污染排放影响的实证设计

4.1 样本选取和数据来源

本文旨在通过中国 A 股重污染行业^①上市企业的相关数据,探讨绿色债券发行对重污染企业污染排放影响的事实和机制。首先本文选取 2016 年 1 月至 2021 年 12 月 A 股重污染行业上市企业数据,收集相应年份企业债券发行信息,通过 CSMAR 绿色债券数据库、Wind 债券发行数据和中国金融信息网绿色债券数据进行交叉验证,以识别企业绿色债券发行情况。通过匹配相关信息,确定当年发行绿色债券的上市公司。对于企业级控制变量,本文的原始数据来源于 CSMAR 和 Wind 两大数据库,对于部分缺失数据,本文采用 CNRDS 数据库进行补充。企业污染物排放量数据来自上市公司年报、上市公司社会责任报告、上市公司网站信息。

为确保所研究的绿色债券在发行前后均有足够时间的数据支撑,本文特地采用 2015-2022 时间段的样本,以充分满足分析需求并保障研究的严谨性。在本研究中,已发行绿色债券的重污染企业作为处理组,未发行绿色债券的重污染企业作为对照组。此外,为确保数据的可靠性,研究进行以下处理:(1)剔除样本期间内被标记为 ST、*ST 的企业和 2015 年以后上市的企业样本;(2)剔除缺失值较显著的样本;(3)为防止异常值对回归结果产生影响,对连续性变量在 1%和 99%的水平下进行缩尾处理。最后,我们得到了包含 199 家重污染企业和 1539 个观察值的样本。其中已发行绿色债券的 29 家企业属于处理组,其余为对照组。

4.2 变量定义

4.2.1 被解释变量

$Pollution_{it}$ 代表重污染企业 i 在第 t 年的污染排放情况,企业的污染物排放量

^① 根据中华人民共和国生态环境部印发的《上市公司环保核查行业分类管理名录》,并借鉴 Li 等^[67]的做法,本文将以下行业定义为重污染行业:煤炭开采和洗选业,石油和天然气开采业,黑色金属矿采选业,有色金属矿采选业,酒、饮料和精制茶制造业,纺织业,皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业,造纸和纸制品业,石油加工、炼焦和核燃料加工业,化学原料和化学制品制造业,医药制造业,化学纤维制造业,橡胶和塑料制品业,黑色金属冶炼和压延加工业,有色金属冶炼和压延加工业,电力、热力生产和供应业。根据中国证券监督管理委员会 2012 年修订的《上市公司行业分类指引》,重污染行业的代码分别是 B06、B07、B08、B09、C15、C17、C19、C22、C25、C26、C27、C28、C29、C31、C32、D44。

主要涵盖了工业废水中化学需氧量及氨氮排放量，同时也包括了工业废气中二氧化硫与氮氧化物的排放量^[65]，由于四种污染物具有不可加性且单位不同，借鉴已有文献的做法^[66]，本文对上述四种污染物排放量客观赋权，采用能够全面、准确反映企业环境质量现状的熵值法构建企业综合污染排放指数，该指标能够更为全面地评估重污染企业的污染排放情况。具体度量方法见附录部分。

4.2.2 解释变量

GB_{it} 为本文的核心解释变量，定义为企业虚拟变量（ $Treat_i$ ）和时间虚拟变量（ $Time_t$ ）的乘积。如果企业是绿色债券发行主体，则 $Treat_i$ 为 1，进入处理组；同理，如果企业是普通债券发行主体， $Treat_i$ 为 0，进入对照组。 $Time_t$ 为时间虚拟变量，对于处理组企业而言，企业在样本期内首次发行绿色债券之后取值为 1，否则取值为 0；对于控制组企业而言， $Time_t$ 全部取值为 0。因此， GB_{it} 是一个虚拟变量，仅在企业 i 发行绿色债券的年份和之后的年份取 1，在发行前和未发行时取 0。

4.2.3 控制变量

参考崔惠玉等^[2]和 Li 等^[67]的做法，本文选取了一系列可能影响企业污染排放行为的控制变量，具体包括：企业规模（Size）、资产负债率（Lev）、总资产收益率（ROA）、企业盈利能力（Profit）、现金流比率（Cashflow）、企业年龄（Age）、企业人员规模（Employee）、资本密集度（Capital）以及行业集中度（HHI）。全部变量的具体定义如表 4-1 所示。

表 4-1 变量定义与说明

变量类型	变量名称	符号	变量定义
被解释变量	企业污染排放情况	Pollution	企业污染排放情况
解释变量	绿色债券发行	GB	发行债券的当年及其后的年份取值为 1，否则为 0
控制变量	企业规模	Size	总资产的自然对数
	资产负债率	Lev	总负债/总资产
	总资产收益率	ROA	净利润/总资产
	企业盈利能力	Profit	营业利润/营业收入
	现金流比率	Cashflow	经常活动产生的现金流量净额/总资产
	企业年龄	Age	Ln(当年-上市+1)

续表 4-1

变量类型	变量名称	符号	变量定义
	企业人员规模	Employee	员工人数的自然对数
	资本密集度	Capital	固定资产/总资产
	行业集中度	HHI	单个公司的主营业务收入与行业主营业务收入合计的比值的平方累计

4.3 模型构建

双重差分法作为一种常用的评估手段,广泛应用于衡量某项政策或项目实施的成效。其核心在于,通过实施差异对比分析,对实验组与对照组在政策或项目实施前后的变化进行系统考察,旨在精确揭示该政策或项目所引致的具体影响效应。本文使用双重差分模型来研究绿色债券发行这一事件对企业污染排放的影响效应,由于不同企业发行绿色债券的时间点存在差异,本文参考 Beck 等的做法^[68],将绿色债券发行作为准自然实验,构建多时点双重差分模型,以识别假设 1 绿色债券发行对重污染企业污染排放的影响效应:

$$Pollution_{it} = \alpha + \beta GB_{it} + \delta X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (4.1)$$

其中, i 和 t 分别代表企业和年份;被解释变量 $Pollution_{it}$ 表示重污染企业污染排放情况;解释变量 GB_{it} 表示企业 i 在 t 年的绿色债券发行情况,企业发行绿色债券当年及之后的年度为 1, 否则为 0; X_{it} 为控制变量,用以控制企业特征; μ_i 和 λ_t 分别为企业固定效应和年份固定效应, ε_{it} 为随机误差项。中国环境污染的主要源头是重污染企业,而绿色金融政策则主要通过建立激励与约束并存的机制,来有效遏制这些企业的污染排放行为。因此,本文重点关注绿色债券发行对重污染企业污染排放行为的影响。

第 5 章 绿色债券发行对企业污染排放影响的实证结果分析

5.1 描述性统计分析

本文的描述性统计结果见表 5-1。Pollution 最大值为 0.9186，最小值为 0.0001，表明不同样本企业的污染排放水平具有显著的差异性；绿色债券发行 GB 最大值为 1，最小值为 0，均值仅为 0.063，表明发行绿色债券的重污染企业相对较少。关于其他变量的描述性统计分析结果与既有文献中的研究结论大体相符，进一步验证了本研究数据选取的充分代表性和合理科学性。在企业规模、盈利能力等关键财务指标方面，数据分布特征与以往研究的发现相符，反映了行业内企业的普遍特征。

表 5-1 描述性统计

变量	观测值	均值	标准差	中位数	最小值	最大值
Pollution	1539	0.4405	0.1599	0.4308	0.0001	0.9186
GB	1539	0.0630	0.2431	0	0	1
Size	1539	23.8881	1.3021	23.8642	19.2775	28.6365
Lev	1539	0.5492	0.1943	0.5579	0.0302	3.2619
ROA	1538	0.0311	0.0799	0.0295	-0.9569	0.5852
Profit	1539	0.2659	0.1981	0.2143	-0.5177	0.8694
Cashflow	1539	0.0622	0.0610	0.0612	-0.5562	0.4165
Age	1539	2.7511	0.4705	2.8904	0	3.4340
Employee	1539	8.7953	1.2005	8.8022	2.8904	13.1646
Capital	1539	0.3537	0.1845	0.3371	0	0.8758
HHI	1522	0.0924	0.0975	0.0573	0.0126	0.3947

5.2 基准回归分析

本研究对基准回归模型 4.1 进行了回归分析，并将结果汇总于表 5-2 的第（1）与第（2）列。在同时控制企业和年份固定效应的条件下，这两列数据分别呈现了未引入及引入控制变量后的回归分析结果。深入分析回归结果，我们观察到在 1%的置信水平下，GB 的回归系数显著为负，这一发现有力地证明了绿色债券的发行对重污染企业的污染排放产生了显著的抑制作用。此外，由于在行业层面上，诸如生产周期波动或行业景气度变化等各种难以观测的不确定性因素始终存在，企业的生产经营活动常常被迫受到这些因素的影响，进而对企业的污染排放状况也产生了影响。为全面考量这些潜在影响，本文基于基准回归模型，进一步引入

了行业与年份固定效应的交互项，并将相应的回归结果展示于表 5-2 的第（3）与第（4）列。这两列数据分别反映了在引入行业和年份固定效应交互项后，未加入和加入控制变量后的回归结果。回归结果显示，GB 的回归系数依然保持显著为负，且其系数大小与前两列的结果并无较大差异，这进一步表明，即便在考虑了行业异质性趋势后，绿色债券依然对重污染企业的污染排放产生了显著的抑制作用。由此验证了研究假说 1，发行绿色债券对重污染企业污染排放具有显著的抑制作用。

表 5-2 基准回归结果

Variables	(1) Pollution	(2) Pollution	(3) Pollution	(4) Pollution
GB	-0.0412*** (-2.8645)	-0.0409*** (-2.9030)	-0.0362** (-2.4281)	-0.0415*** (-2.7563)
Size		-0.0141 (-1.3206)		-0.0098 (-0.9385)
Lev		-0.0147 (-0.4002)		-0.0243 (-0.6771)
ROA		-0.0130 (-0.2655)		-0.0326 (-0.6013)
Profit		-0.0156 (-0.4415)		0.0130 (0.3101)
Cashflow		0.0918 (1.5242)		0.1157* (1.8160)
Age		0.0407 (1.3105)		0.0206 (0.6410)
Employee		0.0048 (0.5370)		0.0176* (1.9116)
Capital		-0.0824* (-1.7609)		-0.0835* (-1.6901)
HHI		0.3989*** (3.8811)		1.2018** (2.2343)
_cons	0.4431*** (488.5579)	0.6258*** (2.7366)	0.4429*** (470.9133)	0.3883* (1.7586)
Firm	Yes	Yes	Yes	Yes
Year	Yes	Yes	No	No
Industry-Year	No	No	Yes	Yes
N	1538	1515	1537	1514
Adjusted R2	0.5801	0.5844	0.5782	0.5815

注：***代表在 1%的置信水平下显著，**代表在 5%的置信水平下显著，*代表在 10%的置信水平下显著，括号中表示 t 值。下表同上。

5.3 作用机制检验

前文的分析结果表明,绿色债券的发行在抑制重污染企业的污染物排放方面存在极大的作用。鉴于此,本部分将进一步深入探究其抑制作用机制。为了验证假设 2、3 和 4,使用如下模型进行机制检验:

$$M_{it} = \alpha + \beta GB_{it} + \delta X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (4.2)$$

其中, M_{it} 为衡量绿创新、期限错配、社会关注的机制变量,其余变量与基准回归模型相同。

5.3.1 基于绿色创新的机制分析

重污染企业可以通过绿色债券融资获得的资金促进绿色创新,提高成品的环境友好性,改善生产过程中的污染排放。相关学者也普遍认为绿色创新是影响企业污染排放的重要因素。例如, Wang 等^[69]研究表明,企业绿色创新能力的提高有助于促进企业污染减排。参考江艇^[70]的机制检验方法,若绿色债券发行有助于促进企业的绿色创新,也可以侧面说明绿色创新是降低企业污染排放的重要影响机制。

企业的创新活动可被细分为两大类别:实质性创新与策略性创新。其中,实质性创新,尤其是发明专利,因其蕴含着丰富的自主知识产权,被视为高质量创新成果的典范,彰显了企业对创新“质量”的不懈追求。相比之下,实用新型专利则以其相对较低的难度,成为企业追求创新“数量”的一种策略性创新成果。鉴于此,本研究参考黎文靖和郑曼妮^[71]的研究成果,采用 $\ln(\text{绿色发明专利申请数量} + \text{绿色实用新型专利申请数量} + 1)$ 作为衡量企业总体绿色创新水平的指标,并进一步细分为绿色创新“质量”(以 $\ln(\text{绿色发明专利申请数量} + 1)$ 度量)与绿色创新“数量”(以 $\ln(\text{绿色实用新型专利申请数量} + 1)$ 度量)两个维度。上述三个变量依次标记为 $\ln grn_{it}$ 、 $\ln grni_{it}$ 、 $\ln grnu_{it}$ 。本文采用的数据源自 CNRDS,通过对样本企业提交的发明/实用新型专利申请进行系统梳理,提取其国际专利分类号信息,进而与世界知识产权组织发布的“国际专利分类绿色清单”进行精确匹配,以筛选并识别出符合绿色标准的发明专利与实用新型专利。

表 5-3 机制分析：绿色创新渠道、期限错配渠道

Variables	(1) lngrni	(2) lngrnu	(3) lngrn	(4) SFLI
GB	0.3305** (2.1081)	0.2414* (1.7314)	0.3404** (2.2190)	-0.0342* (-1.8549)
Size	0.4124*** (3.8809)	0.1260 (1.3255)	0.3822*** (3.3447)	-0.1008*** (-3.5751)
Lev	0.3057 (1.3687)	-0.0042 (-0.0212)	0.2089 (0.9306)	-0.0225 (-0.3060)
ROA	0.3885 (1.1052)	-0.1074 (-0.3431)	0.0902 (0.2580)	-0.1429 (-1.3506)
Profit	-0.3967 (-1.1942)	-0.1613 (-0.5794)	-0.1175 (-0.3284)	-0.1250** (-2.0506)
Cashflow	0.6442* (1.6807)	0.1658 (0.4094)	0.4869 (1.1237)	0.0013 (0.0142)
Age	-0.4772 (-1.5504)	-0.3686** (-2.2208)	-0.7390*** (-2.7411)	0.0995** (2.1946)
Employee	-0.0702 (-0.8710)	0.1773** (2.1368)	0.0539 (0.5752)	0.0291 (1.2373)
Capital	-0.6791* (-1.8246)	-0.7199* (-1.9688)	-0.8643** (-2.1321)	0.2821*** (3.6123)
HHI	1.5371* (1.8299)	0.3602 (0.4992)	1.0998 (1.4333)	0.3224* (1.6567)
_cons	-6.8793*** (-2.9279)	-2.1985 (-1.0062)	-5.9589** (-2.3526)	2.1089*** (3.8481)
Firm	Yes	Yes	Yes	Yes
Year	Yes	Yes	Yes	Yes
N	1515	1515	1515	1515
Adjusted R2	0.7698	0.7269	0.7778	0.5986

表 5-3 第（1）～（3）列报告了绿色创新机制检验的回归结果。结果显示，GB 的回归系数均呈现出显著的正向特征，这意味着企业发行绿色债券不仅能在提升绿色创新的“质量”水平方面有着正向作用，同时还能为有效促进绿色创新“数量”的增长赋能。因此可以得出结论，绿色债券发行通过激励重污染企业绿色创新来降低企业污染排放，研究假说 2 成立。

5.3.2 基于期限错配的机制分析

绿色债券通常具有较长的期限，允许企业获得更长期的融资支持。这对于需要较长时间才能实现环保和可持续效益的项目非常重要，例如可再生能源、清洁

技术的研发和推广、基础设施建设等。长期融资支持有助于更好地匹配项目的实际需求。因此，发行绿色债券可以防止企业放弃合适的长期绿色项目，避免期限错配带来的风险，有效降低了期限错配带来的低效投资。现有研究普遍认为，期限错配也是影响企业污染治理的因素之一。例如，Zheng 等^[25]发现，绿色债券能够改善企业债务期限结构，有效缓解资金约束，为绿色项目的完成赋能，鼓励企业环境绩效的改善。那么，期限错配的改善很可能在绿色债券发行与企业污染减排中起到部分中介作用。

本文根据钟凯等^[72]的研究，构建企业层面“短贷长投”程度的代理变量（SFLI）。当 SFLI 大于 0 时，标志着企业存在“短期负债长期使用”的期限不匹配现象；且 SFLI 的数值越高，反映出这种期限不匹配的程度愈发严重。

回归结果如表 5-3 第（4）列所示，GB 系数为-0.0342，在 10%水平上显著，表明绿色债券显著降低了企业的期限错配。此外，已有研究表明，期限错配往往会阻碍创新，增加股价崩盘风险，加剧流动性风险和低效投资，这无疑会不利于重污染企业污染减排。综上所述，绿色债券有利于缓解重污染企业的期限错配，降低期限错配对企业长期发展的负面影响，从而促进重污染企业污染减排，假说 3 成立。

5.3.3 基于社会关注的机制分析

绿色债券的发行通常会吸引 ESG 方面关注的投资者，这些投资者更倾向于支持致力于可持续发展和环境友好的企业。现有文献也普遍认为投资者关注度会影响企业的环境绩效。例如，Zhang 等^[73]发现，投资者对企业的关注程度对企业的环境、社会和治理方面产生了积极影响，且提升作用仅在重污染企业样本中显著。因此，本文认为社会关注很可能在绿色债券发行和企业污染排放关系中起到部分中介作用。

研报和分析师的关注会使更多的投资者关注绿色债券发行企业，促使更多的资金流向这些企业，进而支持其环保项目。本文构建分析师关注度 AF、研报关注度 RRA、绿色投资者是否进入 GI_{dum} 和绿色投资者数量 lnGI 四个指标。

表 5-4 给出了信息效应的检验结果。GB 的系数始终显著为正，表明绿色债券发行提高了市场主体的关注。研究结果表明，绿色债券市场的发展使得越来越

多的投资者关注环保项目，绿色债券的发行使企业在融资市场上更具竞争力，企业可以通过环保债务融资获得更有利的融资条件，这进一步鼓励他们采取污染减排措施。因此，研究假说 4 成立。

表 5-4 机制分析：社会关注渠道

Variables	(1) AF	(2) RRA	(3) GI _{dum}	(4) lnGI
GB	0.3295*** (2.9609)	0.3935** (2.3557)	0.1207** (2.0899)	0.1535* (1.6741)
Size	0.4341*** (3.4627)	0.5454*** (3.1485)	0.0824 (1.2957)	0.1806** (2.0800)
Lev	-0.3566 (-0.8641)	-0.3086 (-0.5780)	0.0337 (0.3224)	0.3191* (1.8035)
ROA	2.0971*** (2.7345)	2.9460*** (2.7539)	0.6418** (2.5412)	1.4933*** (3.4872)
Profit	0.3024 (0.7894)	0.4610 (0.8895)	0.2585 (1.2714)	0.8350*** (2.7365)
Cashflow	0.4123 (0.8132)	0.4891 (0.7441)	0.2855 (1.2083)	0.5896 (1.6068)
Age	0.0452 (0.1822)	0.1281 (0.3679)	-0.0204 (-0.1835)	0.3894* (1.8734)
Employee	0.0598 (0.5175)	0.0629 (0.3729)	0.1041 (1.5604)	0.1695** (1.9830)
Capital	-0.6438* (-1.6736)	-0.3534 (-0.7490)	-0.4558** (-2.4517)	-0.6939*** (-2.6917)
HHI	-0.8981 (-1.0355)	-1.6463 (-1.3528)	-0.1309 (-0.3029)	0.2060 (0.2837)
_cons	-8.7153*** (-3.7155)	-11.2728*** (-3.5011)	-2.2229* (-1.9521)	-6.3294*** (-3.4774)
Firm	Yes	Yes	Yes	Yes
Year	Yes	Yes	Yes	Yes
N	1210	1212	1467	1467
Adjusted R2	0.6086	0.5711	0.4137	0.6126

5.4 异质性分析

5.4.1 企业产权异质性

首先，鉴于国有企业在可持续发展中担当示范引领的角色，其可能拥有更强的动力通过绿色债券融资来推进污染减排。基于此，我们采取了分组检验的方法来进行分析。回归结果如表 5-5 第（1）、（2）列所示。可以发现，GB 的回归系

数在非国有企业组中虽然为负，但并不显著，在国有企业中显著为负，这表明绿色债券在助推国有企业实现绿色转型方面，展现出了精准有效的政策导向作用。究其原因，国有企业通常受到政府的直接监管和支持，政府可能通过政策引导、财政支持等方式鼓励国有企业发行和利用绿色债券，以推动其参与环保和污染减排项目，这种政策导向有助于国有企业更积极地采取措施减少环境污染。

表 5-5 异质性分析结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
Variables	国有 Pollution	非国有 Pollution	大规模企业 Pollution	小规模企业 Pollution
GB	-0.0379** (-2.4831)	-0.0359 (-0.9626)	-0.0534*** (-3.1329)	0.0134 (0.4024)
Size	-0.0452*** (-3.0639)	0.0051 (0.3593)	-0.0050 (-0.2535)	-0.0257 (-1.5552)
Lev	-0.0582 (-1.3440)	-0.0078 (-0.1166)	-0.0535 (-0.7859)	-0.0100 (-0.2389)
ROA	-0.1191* (-1.7045)	0.0592 (0.7611)	-0.0689 (-0.7952)	0.0124 (0.1821)
Profit	-0.0626 (-1.3277)	0.0745 (1.1224)	-0.0261 (-0.4247)	-0.0045 (-0.1000)
Cashflow	0.2416*** (3.2339)	-0.1417* (-1.6955)	0.1023 (1.1153)	0.0663 (0.8388)
Age	-0.0063 (-0.1127)	0.0613 (1.4184)	0.0357 (0.6156)	-0.0078 (-0.2043)
Employee	0.0109 (0.8269)	-0.0055 (-0.3964)	-0.0170 (-0.9108)	0.0255*** (2.7909)
Capital	-0.0469 (-0.8218)	-0.0782 (-0.9551)	-0.0905 (-1.3076)	-0.0627 (-0.9992)
HHI	0.3932*** (3.3803)	0.3916** (2.3570)	0.6023*** (4.6369)	0.3879** (2.4242)
_cons	1.4759*** (4.5796)	0.1845 (0.6209)	0.6360 (1.3160)	0.8367** (2.4195)
Firm	Yes	Yes	Yes	Yes
Year	Yes	Yes	Yes	Yes
N	917	597	766	730
Adjusted R2	0.5809	0.5970	0.5727	0.5932

5.4.2 企业规模异质性

为了深入分析绿色债券发行对不同规模企业污染排放行为产生的差异化效应，本文采用企业年初总资产作为衡量企业规模的指标，并依据样本总资产的中

位数,将样本企业精细划分为大/小规模两大类别企业,进而分别进行回归分析。在表 5-5 中,第(3)与第(4)列分别展示了大/小规模企业组的回归结果。其中,相对于小规模企业,绿色债券对大规模企业的污染排放行为具有更显著的抑制效应,该结果与理论预期也并无差异。具体而言,在信用评级、资产规模等方面大规模企业具有显著优势,通常展现出较高的债务融资占比,反映出其对外源性融资渠道的依赖程度更为显著。当绿色债券政策实施后,投入到重污染企业的资金明显减少,大型重污染企业更是遭受了极为猛烈的冲击,导致信贷资金规模大幅缩减,大量减少了生产活动。一方面,大规模企业鉴于其较高的债务融资依赖度与市场声誉维护需求,展现出更为强烈的动机以减少污染排放。另一方面,大规模企业不仅展现出更强的社会责任意识,而且对绿色转型持有更为迫切的追求,实施“漂绿”行为的可能性显著降低。因此,其污染排放量的减少幅度也更为显著。

5.5 稳健性检验

5.5.1 平行趋势检验

本文检验了绿色债券发行前,处理组与对照组的变化趋势是否一致,以验证多时点双重差分估计所需的平行趋势假设是否成立。由此,本文根据 Beck 等人^[68]的理论,设定了如下计量方程:

$$Pollution_{it} = \alpha + \sum_{k=-6}^6 \beta_k GB_{it}^k + \delta X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (5.1)$$

其中, GB_{it}^k 是一个虚拟变量,其取值遵循以下规则。我们使用 b_i 来表示企业 i 发行绿色债券的具体年份,如果 $t - b_i = k$, 定义 GB_{it}^k 为 1; 否则 GB_{it}^k 等于 0。出于简单直观的考虑,在本文中,我们将 $GB_{it}^{-6}, \dots, GB_{it}^{-1}, GB_{it}^1, \dots, GB_{it}^6$ 表示为 Before6、...、Before1、After1、...、After6。为避免多重共线性和虚拟变量陷阱,以绿色债券发行前 1 期为基期,因此在模型中不包括 Before1。如图 5-1 所呈现的估计结果显示,若虚线与实线相交,则表明该年度所对应的估计系数不显著。据此可以推断,绿色债券发行前系数的置信区间都包含 0,这意味着实验组和对照组在企业污染排放上没有显著差异,满足平行趋势假设。

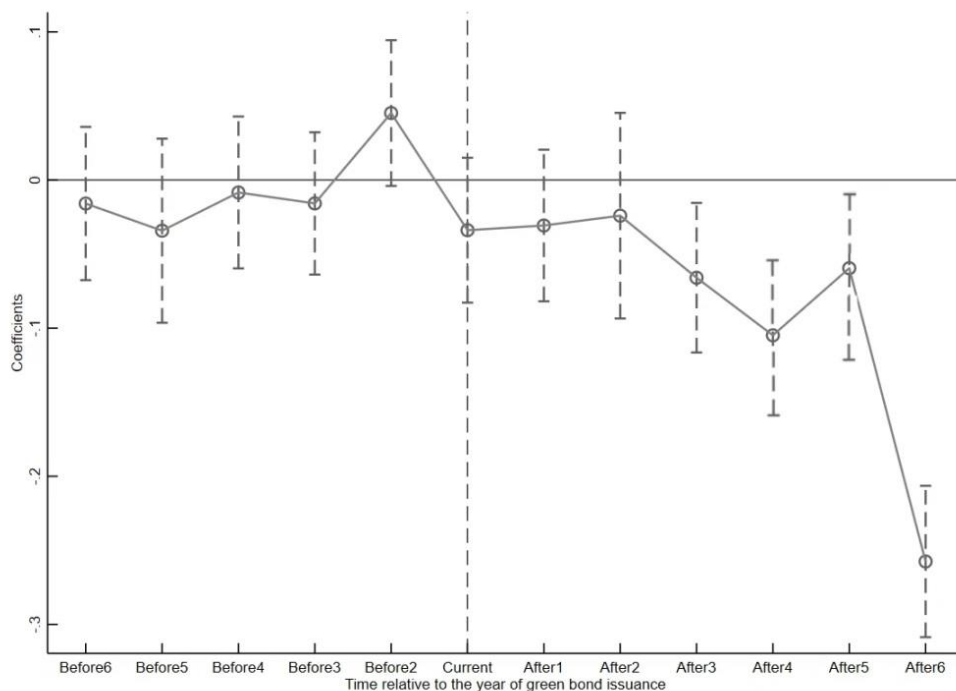


图 5-1 平行趋势检验

5.5.2 安慰剂检验

为验证绿色债券发行对重污染企业污染排放的影响不是由其他随机性因素导致的，本研究采用了安慰剂检验方法，旨在识别该影响的偶然性。依据基准回归模型中绿色债券发行变量的分布特征，我们进行了 500 次随机抽样，构造了“伪政策虚拟变量”，并借助模型 4.1 重新执行回归分析。通过检验这些虚假变量的系数及其 P 值分布，我们得出了如图 5-2 所示的结果。具体而言，企业污染排放与“伪政策虚拟变量”的回归系数均值趋近于 0，且与基准回归系数存在显著偏差。此外，估计系数的分布形态与正态分布具有较大的相似性，而 P 值大多超过 0.10，表明在 10% 的显著性水平下，这些系数并不具备统计显著性。这在一定程度上表明绿色债券对重污染企业污染排放的影响并非其他随机性因素导致，进而验证了前文所得结论的稳固可靠性。

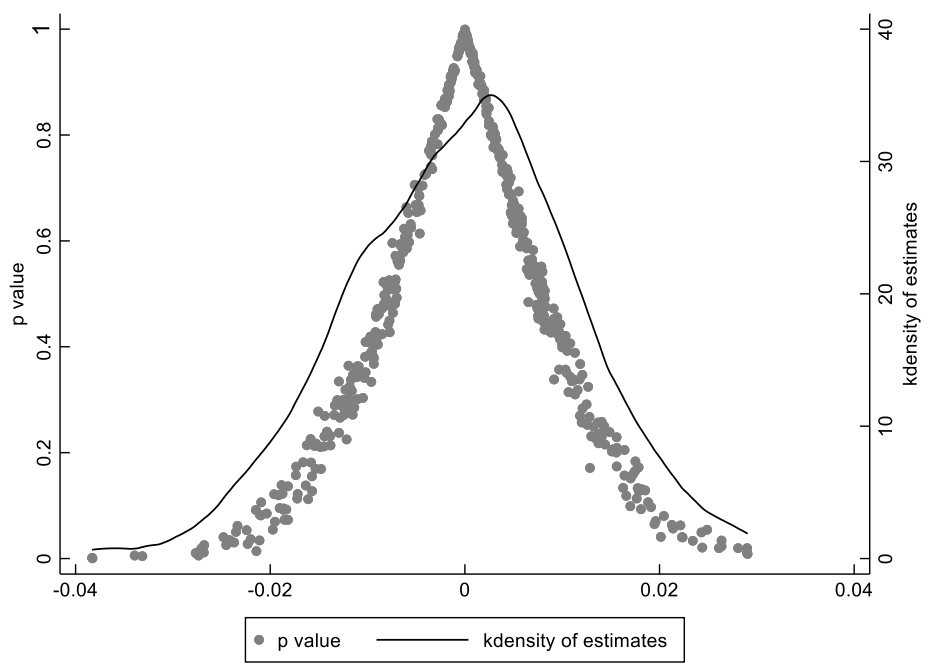


图 5-2 安慰剂检验

5.5.3 倾向得分匹配估计

在绿色债券发行之前，若处理组与对照组企业的可观测特征变量间存在显著的不一致性，则可能导致多时点双重差分估计产生偏差。鉴于此，本研究采用倾向得分匹配方法（PSM），针对处理组中的每一个企业，均精确地识别并匹配了具有最相近可观测特征的对照企业。为了确保匹配到的企业具有高度相似性，在匹配过程中，本文利用基准回归模型中的控制变量作为关键协变量，并运用 1:4 比例的最近邻匹配方法，逐年地进行匹配。平衡性检验如图 5-3 所示，所有选取的协变量在匹配后的偏差均保持在 10%的阈值以下，证实了处理组企业和对照组企业的相似性。本文对匹配后的样本进行回归分析，如表 5-6 所示，第（1）列 GB 的回归系数依然显著为负，且与基准回归结果保持高度一致性。这足以说明即便考虑了样本选择偏差和自选择的两大问题后，绿色债券发行仍然对重污染企业污染排放行为具有显著的抑制效果，从而进一步强化了本文核心结论的稳健性和可靠性。

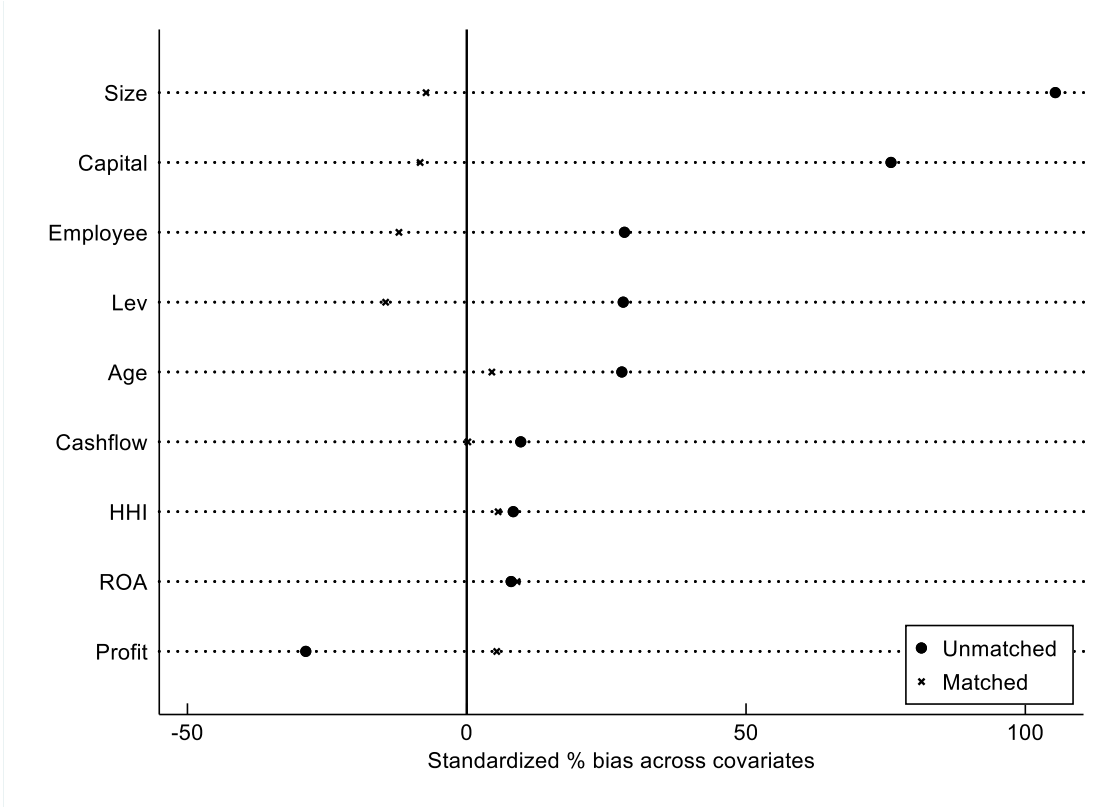


图 5-3 平衡性检验

5.5.4 替换被解释变量测度方法

为了降低可能由变量测度误差引发的内生性问题的影响，借鉴已有文献的做法^[65]，重新构建并应用新的企业污染排放衡量指标，通过回归分析进行验证。具体而言，本文将《排污费征收标准管理办法》中界定的污染当量值标准作为研究依据，对四种主要污染物的排放量统一进行标准化处理，转换为污染当量数值，并对转换后的污染当量值进行汇总计算（在加 1 后取对数处理），以此综合体现企业的污染排放状况。表 5-6 第（2）、（3）和（4）列回归结果显示，GB 的回归系数始终显著为负，说明被解释变量企业污染排放量的测度误差问题并不严重。

表 5-6 稳健性检验结果 1

Variables	(1) Pollution	(2) 水体综合污染 当量对数	(3) 空气综合污染 当量对数	(4) 总污染当量对 数
GB	-0.0418*** (-2.9466)	-0.0007** (-2.5121)	-0.0005** (-2.2587)	-0.0004*** (-2.6500)
Size	-0.0062 (-0.3938)	-0.0002 (-1.0504)	0.0002 (1.3471)	0.0000 (0.2693)
Lev	-0.0470	0.0000	0.0002	0.0001

续表 5-6

Variables	(1) Pollution	(2) 水体综合污染 当量对数	(3) 空气综合污染 当量对数	(4) 总污染当量对 数
	(-0.7939)	(0.0944)	(0.3539)	(0.3203)
ROA	-0.0415	-0.0005	0.0000	-0.0001
	(-0.5089)	(-0.5707)	(0.0434)	(-0.1564)
Profit	-0.0264	-0.0003	0.0003	0.0003
	(-0.6050)	(-0.4136)	(0.5048)	(0.5722)
Cashflow	0.0684	0.0014	0.0002	0.0006
	(0.8826)	(1.1691)	(0.1989)	(0.8630)
Age	0.0110	0.0004	0.0002	-0.0001
	(0.2608)	(0.7368)	(0.4105)	(-0.2610)
Employee	-0.0011	0.0001	0.0001	0.0001
	(-0.0890)	(0.7071)	(0.3580)	(0.6999)
Capital	-0.0263	-0.0013	-0.0002	-0.0005
	(-0.4989)	(-1.5072)	(-0.2748)	(-1.1144)
HHI	0.3943***	0.0067***	0.0209**	0.0113***
	(2.6875)	(3.8325)	(2.3316)	(3.0448)
_cons	0.5723*	0.1437***	0.1457***	0.1438***
	(1.8109)	(31.8717)	(37.0092)	(58.1679)
Firm	Yes	Yes	Yes	Yes
Year	Yes	Yes	Yes	Yes
N	1049	1514	1513	1513
Adjusted R2	0.5651	0.6101	0.7730	0.8411

5.5.5 调整研究样本

国内的污染排放源主要集中于重污染企业，而绿色金融政策通过激励与约束并行的机制来减少此类企业的污染排放。鉴于此，在基准回归分析中，本文选取重污染行业上市企业作为研究对象，探讨绿色债券发行对其污染排放行为的影响。考虑到绿色债券发行也可能对非重污染行业上市企业产生一定程度的影响，以及为了全面评估绿色债券的发行对全体样本企业总污染排放量的影响效应，本文利用 2016 至 2021 年间发行债券的上市企业数据重新进行了回归分析，时间跨度设定为 2015-2022 年。表 5-7 中的第（1）列展示了全样本的回归结果。其中，GB 的回归系数显著为负，表明在纳入非重污染上市企业样本后，绿色债券依然具有显著的污染减排效果。值得注意的是，相比基准回归系数，该系数值有所减小，这符合理论预期。由于非重污染企业的污染排放量相对较少，这导致绿色债券发

行对其产生不了较大的影响,因此这部分企业纳入样本势必会导致绿色债券的平均处理效应有所降低。

表 5-7 稳健性检验结果 2

Variables	(1) Pollution	(2) Pollution	(3) Pollution	(4) Pollution
GB	-0.0268** (-2.1336)	-0.0409*** (-3.5683)	-0.0409*** (-3.4215)	-0.0428*** (-3.4036)
Size	-0.0089 (-0.8409)	-0.0141 (-1.3020)	-0.0141 (-1.4421)	-0.0013 (-0.4370)
Lev	0.0186 (0.6214)	-0.0147 (-0.4422)	-0.0147 (-0.3743)	-0.0095 (-0.5042)
ROA	-0.0088 (-0.1974)	-0.0130 (-0.1897)	-0.0130 (-0.2341)	-0.0304 (-0.7094)
Profit	0.0073 (0.4938)	-0.0156 (-0.5836)	-0.0156 (-0.4972)	-0.0229 (-1.5932)
Cashflow	0.0070 (0.2604)	0.0918** (2.2250)	0.0918 (1.6126)	0.0747 (1.4089)
Age	0.0329* (1.8961)	0.0407 (1.1005)	0.0407 (1.1438)	0.0017 (0.2831)
Employee	-0.0012 (-0.1815)	0.0048 (0.6266)	0.0048 (0.5853)	-0.0004 (-0.1201)
Capital	-0.0811** (-2.3219)	-0.0824** (-2.6467)	-0.0824 (-1.6214)	-0.0158 (-1.0182)
HHI	-0.0108 (-0.1225)	0.3989*** (3.8712)	0.3989*** (5.6696)	0.0001 (0.0030)
treat				0.0427 (0.58)
_cons	0.5773*** (2.6840)	0.6258** (2.3250)	0.6258** (2.4858)	0.4844*** (8.3691)
Firm	Yes	Yes	Yes	Yes
Year	Yes	Yes	Yes	Yes
N	4996	1515	1515	1521
Adjusted R2	0.5896	0.5844	0.5844	0.5847

5.5.6 改变聚类层级

本文在基准回归分析中对标准误进行了企业层面的聚类处理,其主要目的是为了降低异方差和自相关问题对实证分析结果造成的潜在影响。然而,鉴于在污染排放行为上,相同行业的企业可能存在相似性,不同行业间也可能存在较大差异,因此本文进一步将标准误的聚类层级提升到行业层面,随后重新进行回归分

析。与此同时，鉴于企业排污行为在同一地区内也可能有相似性，以及不同地区间有显著差别的问题，本文再次提升标准误的聚类层级至省份层面，并据此进行了回归分析。表 5-7 中的第（2）与第（3）列所展示的回归结果表明，当聚类层级分别提升至行业及省份层面时，政策虚拟变量 GB 的回归系数依然呈现出显著的负向关系，这一结果有力地支持了发行绿色债券能有效减少重污染企业污染排放的稳健性结论。

5.5.7 引入政策变量

在之前的基准回归中，为了排除企业内部因素对企业污染减排的影响，本文加入了个体固定效应，因此该固定效应吸收了政策变量 Treat。为了检验实证结果是否受到 Treat 的影响，我们去掉个体固定效应，加入 Treat。结果如表 5-7 第（4）列所示。GB 系数仍然表明发行绿色债券促进了重污染企业的污染减排。

5.6 进一步分析

溢出效应广义上是指某一经济活动、政策或技术进步的影响超出其直接作用范围，进而对其他个体、企业、行业或地区产生间接影响。这种效应可以是正向的，例如技术创新带动整个产业升级；也可以是负向的，例如环境污染对周边地区的影响。本文所指的溢出效应是指微观层面上某企业的行为特征对其他关联行业的企业产生的环境影响。

目前关于绿色债券的溢出作用的研究十分有限，并且主要集中于研究其对发行公司运营的直接影响，尤其强调绿色债券的发行如何降低融资成本和其他经济后果。已有研究表明，企业发行绿色债券能够有效推动同行业其他企业采取更多环保措施，从而提升整体环境绩效^[49]。除此之外，陈震等^[74]从行业溢出视角研究了绿色债券发行对企业 ESG 的影响，研究发现企业发行绿色债券会显著提升同行业其他企业的 ESG 表现。更进一步的研究表明，绿色债券发行对同行企业的绿色实践具有显著的正向影响，同行效应主要是由竞争和信息获取驱动的^[50]。

上文的研究结果表明，重污染企业发行绿色债券有助于促进企业自身的污染减排，那么从信息外部性的角度出发，这种减排效果存在溢出效应吗？企业发行绿色债券是否会对相关行业的其他企业在绿色转型方面产生一定的影响？目前

针对该问题尚未形成确切的定论。为了对该问题进行探讨，本节使用空间杜宾模型进行检验。具体模型如下：

$$\begin{aligned} Pollution_{it} = & \alpha + \rho WPollution_{it} + \beta_1 GB_{it} + \\ & \theta_1 WGB_{it} + \beta_2 X_{it} + \theta_2 WX_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \end{aligned} \tag{5.2}$$

其中， W 为行业间空间权重矩阵，反映行业间产业关联强弱。产业关联系数越大，联系越紧密。本文借鉴夏明^[75]的做法，利用行业间相互直接消耗系数的乘积衡量行业间相关性大小，作为权重矩阵中的元素。

首先，本文运用全局莫兰指数分别对重污染企业 2015-2022 年的企业污染排放数据进行空间自相关检验。通过空间自相关检验，得到如表 5-8 所示的结果。2015-2022 年，全局莫兰指数在 1%检验水平上显著为正，表明企业污染排放水平具有显著的正空间相关性。因此，采用空间计量经济模型对空间效应进行实证分析是一个合适的选择。

表 5-8 全局莫兰指数

Year	Moran's I	Z-value	P -value*
2015	0.0437***	4.7258	0.0000
2016	0.0267***	3.0870	0.0020
2017	0.0406***	4.4381	0.0000
2018	0.0251***	2.9522	0.0032
2019	0.0278***	3.2154	0.0013
2020	0.0341***	3.8260	0.0001
2021	0.0777***	8.0046	0.0000
2022	0.1304***	13.0852	0.0000

据前文可知，企业污染排放水平具有显著的空间相关性，通过建立空间计量模型，可以更加准确衡量绿色债券发行影响企业污染排放的具体作用方向和程度大小。本文通过对普通静态面板回归进行 LM-Lag、稳健 LM-Lag、LM-Error 及稳健 LM-Error 这四种空间相关性检验，以识别空间效应的具体类型，并据此确定适用的模型形式。据表 5-9 可知，4 个检验均显著，因此本文选择空间杜宾模型。

表 5-9 LM 检验

检验	LM 值	P 值
LM-Lag 检验	285.660	0.000
稳健的 LM-Lag 检验	3.442	0.064
LM-Error 检验	9572.053	0.000
稳健的 LM-Error 检验	9289.835	0.000

表 5-10 显示了企业发行绿色债券对相关联行业其他企业污染排放的影响。由表 5-10 第（1）列可以看出，W×GB 的系数在 5%水平下显著为负，说明绿色债券发行具有显著的行业溢出效应，即一家企业发行的绿色债券对相关行业其他企业的环境绩效产生了积极影响，促进了相关行业其他企业的污染减排。

表 5-10 空间杜宾模型回归结果

Variables	(1) Coefficient	(2) Direct effect	(3) Indirect effect	(4) Total effect
GB	-0.0559*** (-3.7287)	-0.0568*** (-3.6185)	-0.0190* (-1.6464)	-0.0758*** (-2.5206)
Size	-0.0017 (-1.3238)	-0.0013 (-1.1309)	0.0084 (0.6242)	0.0071 (0.5180)
Lev	0.0003 (0.0956)	-0.0007 (-0.2695)	-0.0263 (-0.8563)	-0.0270 (-0.8729)
ROA	0.0020 (0.3356)	-0.0006 (-0.1125)	-0.0578 (-1.3661)	-0.0584 (-1.3821)
Profit	0.0002 (0.0430)	-0.0025 (-0.6634)	-0.0515** (-2.0996)	-0.0539** (-2.2018)
Cashflow	0.0089 (1.4003)	0.0124** (2.0422)	0.0616 (1.1008)	0.0740 (1.2960)
Age	0.0027 (0.9140)	0.0036 (1.2968)	0.0177 (1.2185)	0.0212 (1.4964)
Employee	0.0015 (1.2716)	0.0007 (0.6394)	-0.0149 (-1.3409)	-0.0142 (-1.2571)
Capital	-0.0131*** (-2.8524)	-0.0082* (-1.8486)	0.0877* (1.7089)	0.0794 (1.5093)
HHI	0.0388*** (2.8346)	0.0338*** (2.7838)	-0.1068* (-1.6790)	-0.0729 (-1.1858)
W×GB	-0.0373** (-2.0016)			
Spatial ρ	0.4733***			
R-squared	0.3471			
Log-likelihood	1414.6640			
Sigma ²	0.0001***			
Hausman test	31.99***			

由于表 5-10 第（1）列的回归结果并不能全面反映绿色债券发行对重污染企业污染排放影响的直接和间接效应，为此，本文借鉴 Le Sage 与 Pace^[76]提出的偏微分方法，对影响效应进行分解，分别考察其直接效应、间接效应及总效应。表 5-10 第（2）、（3）和（4）列为空间效应分解估计结果。结果显示，GB 的系数均显著为负且通过了显著性检验。更进一步表明重污染企业发行绿色债券不仅降

低了企业自身的污染排放，还促进了相关行业其他企业的污染减排，具有显著的行业溢出效应。这可能是因为发行绿色债券不仅吸引机构投资者，提升融资便利性，还能塑造良好绿色形象，增强企业竞争力。面对竞争对手发行绿色债券，相关行业其他企业可能被迫加强绿色实践以保持市场优势^[50]。此外，绿色债券契合当前污染防治和碳减排的政策背景，具备类似绿色实践的企业往往能获得财政补贴或政策支持，这可能吸引更多行业内企业采取绿色实践以减少污染。同时，重污染企业通常处于行业核心地位，其环保技术升级和绿色生产模式不仅能提供示范效应，还可能推动供应链上下游企业采用类似技术，从而实现行业整体的污染减排。

第 6 章 研究结论与政策建议

6.1 研究结论

近些年来，中国的改革开放浩浩荡荡，期间经济也实现了本质上的飞跃。然而，伴随着经济快速发展的是严重的环境污染问题，对国民的健康乃至生命安全构成了严峻挑战。因此，探索有效减少企业污染排放的方法是推动经济模式向绿色、可持续方向转型的重中之重。本文从绿色金融的视角出发，深入研究绿色债券发行对重污染上市企业污染排放行为的影响效应及其作用机制，旨在为推动经济绿色转型提供理论依据和实践指导。具体地，本文借助 2015 年年底国家发展改革委发布的《绿色债券发行指引》这一准自然实验，利用 2015-2022 年重污染行业上市企业面板数据，基于多时点双重差分模型，深入探究了绿色债券发行对重污染企业污染排放行为的抑制效果。研究发现，发行绿色债券可以显著抑制重污染企业的污染排放行为。此外，通过一系列的稳健性检验，包括平行趋势检验、安慰剂检验以及倾向得分匹配估计，本研究的核心结论得到了有力的验证，展现出高度的稳健性和可靠性。机制分析表明，绿色债券发行通过激励重污染企业绿色创新、缓解投融资期限错配以及提高发行主体的社会关注度来降低企业污染排放。异质性分析发现，发行绿色债券对于降低企业污染排放的作用效果存在显著的异质性特征，这一效应对于国有企业以及大规模企业更为突出。进一步的研究中，其结果揭示了绿色债券的发行具有显著的行业溢出效应。具体而言，当一家企业成功发行绿色债券后，其积极影响不仅局限于自身，还能有效渗透至相关行业其他企业，显著提升其环境绩效，从而彰显绿色金融在推动行业整体环境责任方面的深远影响力。

6.2 政策建议

基于本文的研究结论，提出以下政策启示：

(1) 第一，企业对政策导向应具有足够敏锐的洞察力，积极响应发行绿色债券的号召。在可持续以及高质量发展战略的宏观背景下，国家对绿色产业的扶持力度持续加大，政策倾斜程度也逐步增强。企业应把握此政策机遇，通过绿色债券的发行，获取长期且稳定的资金来源。这不仅有助于破解传统信贷主导下融

资难、融资成本高的难题，更能有效规避债务滚动风险，为企业财务健康提供坚实保障。同时，管理层应审慎规划绿色债券募集资金的使用，重点投向节能创新项目，确保资金流向具有前瞻性的绿色项目，从而推动企业绿色转型与升级。同时按照规定比例偿还银行贷款，进一步优化债务结构，降低企业财务风险，提升投资效率，最终实现经济效益与环境效益的“双赢”格局。

（2）第二，企业在发行绿色债券时，应主动披露相关信息，以有效传递积极市场信号并缩小信息鸿沟。绿色债券的发行应严格遵循透明度原则，详细公开募集资金的具体用途、投向项目的环境目标及其预期收益。这不仅有助于增强投资者对企业环境承诺的信任，还能有效降低因信息不对称带来的市场不确定性，从而提升融资效率。此外，若企业能够进一步发布详尽的环境绩效报告和企业社会责任报告，将更有力地塑造其绿色与社会责任形象。这种形象不仅体现了企业对环境可持续发展及社会多维度利益相关者的高度关注，也在一定程度上降低了投资者的信息获取成本，使其能够更清晰地评估企业的绿色发展潜力和长期投资价值。投资者对企业环保承诺的认可将增强其投资意愿，推动更多资本流向具备优良环境绩效的企业。资金的流入不仅能支持企业实施环保项目，还能激励更多企业采取更为积极的污染减排措施，最终形成绿色金融助推企业可持续发展的良性循环。

（3）第三，在绿色债券市场持续扩张、发债主体日益多元的背景下，政策制定者应充分考虑政策效果的异质性，并采取更加精准的策略，以提升绿色债券在推动重污染企业减排方面的实际效能。鉴于企业的规模与性质对绿色债券的减排效果具有显著影响，应针对不同类型的企业设计相应的财政与税收激励措施，以有效缓解国有企业及大规模企业在融资过程中面临的资金约束和期限错配问题，确保其能够更顺畅地利用绿色债券融资，并将资金高效配置至污染治理与清洁生产项目。与此同时，对于非国有企业及小规模企业，则应提供更具针对性的扶持政策，如优化担保机制、降低融资成本或提供额外的政策性信贷支持，以确保这些企业能够顺利进入绿色债券市场并获得必要的资金支持。通过实行因企施策、因行业施策的精细化管理，能够最大程度释放政策红利，使不同类型的市场主体均能充分受益，从而提升绿色债券在促进企业减排、优化产业结构及推动绿色转型方面的整体效果。

6.3 研究展望

尽管本研究通过安慰剂检验和稳健性检验验证了研究结论的可靠性，但局限性仍然不可避免。这些局限性可能源于数据获取的限制或未能全面考量某些潜在影响因素，从而在一定程度上影响研究结论的外推性和适用范围。因此，未来的研究可以在更广泛的样本范围或更完善的理论框架下进一步探讨相关问题，以弥补现有研究的不足，并为该领域提供更加深入和系统的见解。

首先，初始样本并不仅仅包含了非 A 股上市企业的发行主体，同时不少的绿色金融债券也囊括其中。然而，发行非金融绿色债券的 A 股重污染行业上市企业才是本文的研究重点，因此本文排除了非 A 股非重污染行业的样本，这可能在一定程度上削弱了研究结论的普适性。因此，未来研究可考虑引入可比性指标，深入探究绿色公司债券和金融债券对不同发行主体影响的异同，以期揭示更为全面的绿色金融效应。此外，在数据获取条件允许的情况下，将非上市公司纳入研究样本，可进一步拓展研究结论的适用范围，增强研究的全面性和代表性。

其次，随着制度的不断完善，绿色债券的发行主体将更加多元化。未来，伴随绿色债券发行量的持续攀升，研究者将获得更为丰富、详实的样本数据，这将显著增强相关研究结论的稳健性和可靠性。

最后，鉴于样本容量的限制，本文并未对首次发行与多次发行绿色债券的企业特征进行区分。未来研究可进一步细化这一情况，通过对比分析首次发行与重复发行绿色债券的企业，探究其对重污染企业污染减排效果的影响是否存在显著差异。

参考文献

- [1] Liu G, Yang Z, Zhang F, et al. Environmental tax reform and environmental investment: a quasi-natural experiment based on China's Environmental Protection Tax Law[J]. *Energy Economics*. 2022, 109: 106000.
- [2] 崔惠玉, 王宝珠, 徐颖. 绿色金融创新、金融资源配置与企业污染减排[J]. *中国工业经济*. 2023, (10): 118-136.
- [3] Zhang P, Wu F, Guo Y, et al. Does enforcement matter in promoting corporate environmental investment: evidence from Chinese private firms[J]. *Journal of Cleaner Production*. 2022, 337: 130432.
- [4] Liu T Y, Gong X. Analyzing time-varying volatility spillovers between the crude oil markets using a new method[J]. *Journal of Energy Economics*. 2020, 87: 104711.
- [5] Huang L, Lei Z. How environmental regulation affect corporate green investment: evidence from china[J]. *Journal of Cleaner Production*. 2021, 279: 123560.
- [6] Gu Y, Ho K C, Yan C, et al. Public environmental concern, CEO turnover, and green investment: evidence from a quasi-natural experiment in China[J]. *Energy Economics*. 2021, 100: 105379.
- [7] Chang K, Luo D, Xing K, et al. The effectiveness of the green bond instrument on stimulating firms' green innovation performance: A comparative study based on Chinese market[J]. *Pacific-Basin Finance Journal*. 2025, 102706.
- [8] Lv C, Bian B, Lee C C, et al. Regional gap and the trend of green finance development in China[J]. *Energy Economics*. 2021, 102: 105476.
- [9] Shi J, Yu C, Li Y, et al. Does green financial policy affect debt-financing cost of heavy-polluting enterprises? An empirical evidence based on Chinese pilot zones for green finance reform and innovations[J]. *Technological Forecasting and Social Change*. 2022, 179: 121678.
- [10] Chang L, Taghizadeh-Hesary F, Chen H, et al. Do green bonds have environmental

- benefits[J]. *Energy Economics*. 2022, 115: 106356.
- [11] MacAskill S, Roca E, Liu B, et al. Is there a green premium in the green bond market? Systematic literature review revealing premium determinants[J]. *Journal of Cleaner Production*. 2021, 280: 124491.
- [12] Tang D Y, Zhang Y. Do shareholders benefit from green bonds[J]. *Journal of Corporate Finance*. 2020, 61: 101427.
- [13] Dorfleitner G, Utz S, Zhang R. The pricing of green bonds: external reviews and the shades of green[J]. *Review of Managerial Science*. 2021: 1-38.
- [14] Chen Y, Zhao Z J. The rise of green bonds for sustainable finance: Global standards and issues with the expanding Chinese market[J]. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 2021, 52: 54-57.
- [15] Larcker D F, Watts E M. Where's the greenium? [J]. *Journal of Accounting and Economics*. 2020, 69: 101312.
- [16] Hachenberg B, Schiereck D. Are green bonds priced differently from conventional bonds[J]. *Journal of Asset Management*. 2018, 19: 371-383.
- [17] Zerbib O D. The effect of pro-environmental preferences on bond prices: Evidence from green bonds[J]. *Journal of Banking & Finance*. 2019, 98: 39-60.
- [18] Hyun S, Park D, Tian S. The price of going green: the role of greenness in green bond markets[J]. *Accounting & Finance*. 2020, 60(1): 73-95.
- [19] Wang J, Chen X, Li X, et al. The market reaction to green bond issuance: Evidence from China[J]. *Pacific-Basin Finance Journal*. 2020, 60: 101294.
- [20] Dai Z, Zhang X, Yin Z. Extreme time-varying spillovers between high carbon emission stocks, green bond and crude oil: Evidence from a quantile-based analysis[J]. *Energy Economics*. 2023, 118: 106511.
- [21] Yeow K E, Ng S H. The impact of green bonds on corporate environmental and financial performance[J]. *Managerial Finance*. 2021, 47(10): 1486-1510.

- [22] Nguyen P A, Kecskés A, Mansi S. Does corporate social responsibility create shareholder value? The importance of long-term investors[J]. *Journal of Banking & Finance*. 2020, 112: 105217.
- [23] Saeidi S P, Sofian S, Saeidi P, et al. How does corporate social responsibility contribute to firm financial performance? The mediating role of competitive advantage, reputation, and customer satisfaction[J]. *Journal of Business Research*. 2015, 68(2): 341-350.
- [24] 马亚明, 胡春阳, 刘鑫龙. 发行绿色债券与提升企业价值——基于 DID 模型的中介效应检验[J]. *金融论坛*. 2020, 25(09): 29-39.
- [25] Zheng J, Jiang Y, Cui Y, et al. Green bond issuance and corporate ESG performance: Steps toward green and low-carbon development[J]. *Research in International Business and Finance*. 2023, 66: 102007.
- [26] 陈幸幸, 宋献中, 齐宇. 绿色债券与企业技术创新[J]. *管理科学*. 2022, 35(05): 51-66.
- [27] Cheng Z, Wu Y. Can the issuance of green bonds promote corporate green transformation[J]. *Journal of Cleaner Production*. 2024, 443: 141071.
- [28] Flammer C. Corporate green bonds[J]. *Journal of Financial Economics*. 2021, 142(2): 499-516.
- [29] 张科, 熊子怡, 黄细嘉. 绿色债券, 碳减排效应与经济高质量发展[J]. *财经研究*. 2023, 49(06).
- [30] 祁毓, 卢洪友, 张宁川. 环境规制能实现“降污”和“增效”的双赢吗——来自环保重点城市“达标”与“非达标”准实验的证据[J]. *财贸经济*. 2016, 37(09): 126-143.
- [31] 马丽梅, 刘生龙, 张晓. 能源结构、交通模式与雾霾污染——基于空间计量模型的研究[J]. *财贸经济*. 2016, 37(01): 147-160.
- [32] 崔木花. 安徽省产业结构演变的生态环境效应[J]. *经济地理*. 2020, 40(08): 131-137.
- [33] 孙天睿, 张向荣. 金融资源错配、产业结构与环境污染——基于中国地方数据的检验[J]. *工业技术经济*. 2021, 40(05): 99-106.
- [34] 陈林, 万攀兵. 城镇化建设的乡镇发展和环境污染效应[J]. *中国人口·资源与环境*.

2021,31(04):62-73.

- [35] 蔡宏波, 钟超, 韩金镭. 交通基础设施升级与污染型企业选址[J]. 中国工业经济. 2021, (10): 136-155.
- [36] 李建明, 罗能生. 高铁开通改善了城市空气污染水平吗?[J]. 经济学. 2020, 19(04): 1335-1354.
- [37] 余泳泽, 段胜岚. 全球价值链嵌入与环境污染——来自 230 个地级市的检验[J]. 经济评论. 2022, (02): 87-103.
- [38] Bai J, Yu X. The impact of global value chain embedment on energy conservation and emissions reduction: Theory and empirical evidence[J]. China Finance and Economic Review. 2024, 13(2): 46-66.
- [39] 吕越, 张昊天. 打破市场分割会促进中国企业减排吗?[J]. 财经研究. 2021, 47(09): 4-18.
- [40] 曹婧, 毛捷. 财政分权与环境污染——基于预算内外双重视角的再检验[J]. 中国人口资源与环境. 2022, 32(04): 80-90.
- [41] 陆菁, 鄢云, 黄先海. 规模依赖型节能政策的碳泄漏效应研究[J]. 中国工业经济. 2022, (09): 64-82.
- [42] Chen Z, Shi Y, Ding R. Assessing the utility of low-emission pilot policies for facilitating pollution reduction and carbon mitigation: An empirical investigation using multi-temporal double difference analysis[J]. Journal of Environmental Management. 2024, 371: 123196.
- [43] Xiao B, Guo X, Guo X, et al. How does green finance policy in China help reduce pollution emissions? Energy efficiency improvement or green innovation[J]. Journal of Cleaner Production. 2024, 467: 142933.
- [44] Numan U, Ma B, Sadiq M, et al. The role of green finance in mitigating environmental degradation: Empirical evidence and policy implications from complex economies[J]. Journal of Cleaner Production. 2023, 400: 136693.
- [45] Sun C. How are green finance, carbon emissions, and energy resources related in Asian sub-regions[J]. Resources Policy. 2023, 83: 103648.

- [46] Lan J, Wei Y, Guo J, et al. The effect of green finance on industrial pollution emissions: evidence from China[J]. *Resources Policy*. 2023, 80: 103156.
- [47] Su C W, Umar M, Gao R. Save the environment, get financing! How China is protecting the environment with green credit policies[J]. *Journal of Environmental Management*. 2022, 323: 116178.
- [48] Zhao Q, Qin C, Ding L, et al. Can green bond improve the investment efficiency of renewable energy[J]. *Energy Economics*. 2023, 127: 107084.
- [49] 吴育辉, 田亚男, 陈韞妍. 绿色债券发行的溢出效应, 作用机理及绩效研究[J]. *管理世界*. 2022, 38(06): 176-193.
- [50] Song Y, Ren T, Zhang M. Does the issuance of green bonds promote green practices among peer companies? Evidence from China's listed companies[J]. *Journal of Cleaner Production*. 2024, 477: 143899.
- [51] Freeman R E, Evan W M. Corporate governance: A stakeholder interpretation[J]. *Journal of behavioral economics*. 1990, 19(4): 337-359.
- [52] Magill M, Quinzii M, Rochet J C. A theory of the stakeholder corporation[J]. *Econometrica*. 2015, 83(5): 1685-1725.
- [53] Porter M E, Linde C. Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship[J]. *Journal of Economic Perspectives*. 1995, 9(4): 97-118.
- [54] Sachs J D, Woo W T, Yoshino N, et al. Why is green finance important[J]. 2019.
- [55] Bhutta U S, Tariq A, Farrukh M, et al. Green bonds for sustainable development: Review of literature on development and impact of green bonds[J]. *Technological Forecasting and Social Change*. 2022, 175: 121378.
- [56] Fan J P H, Titman S, Twite G. An international comparison of capital structure and debt maturity choices[J]. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*. 2012, 47(1): 23-56.
- [57] Wang Y, Wang T, Chen L. Maturity mismatches of Chinese listed firms[J]. *Pacific-Basin Finance Journal*. 2021, 70: 101680.

- [58] Bao X, Luo Q, Li S, et al. Corporate social responsibility and maturity mismatch of investment and financing: Evidence from polluting and non-polluting companies[J]. Sustainability. 2020, 12(12): 4972.
- [59] Cheng F, Chiao C, Fang Z, et al. Raising short-term debt for long-term investment and stock price crash risk: Evidence from China[J]. Finance Research Letters. 2020, 33: 101200.
- [60] Weinstein D E, Yafeh Y. On the costs of a bank-centered financial system: Evidence from the changing main bank relations in Japan[J]. Journal of Finance. 1998, 53(2): 635-672.
- [61] Ben-Rephael A, Da Z, Israelsen R D. It depends on where you search: Institutional investor attention and underreaction to news[J]. Review of Financial Studies. 2017, 30(9): 3009-3047.
- [62] Zhang R, Li Y, Liu Y. Green bond issuance and corporate cost of capital[J]. Pacific-Basin Finance Journal. 2021, 69: 101626.
- [63] Pástor L, Stambaugh R F, Taylor L A. Sustainable investing in equilibrium[J]. Journal of Financial Economics. 2021, 142(2): 550-571.
- [64] 张玉明, 邢超, 张瑜. 媒体关注对重污染企业绿色技术创新的影响研究[J]. 管理学报. 2021, 18(04): 557-568.
- [65] 毛捷, 郭玉清, 曹婧, 等. 融资平台债务与环境污染治理[J]. 管理世界, 2022, 38(10): 96-118.
- [66] Zhang Y, Bawuerjiang R, Lu M, et al. Green finance and environment pollution: Evidence from China[J]. Economic Analysis and Policy. 2024, 84: 98-110.
- [67] Li H, Zhang Y, Li Y. The impact of digital inputs on pollution reduction in Chinese manufacturing enterprises[J]. Journal of Cleaner Production. 2023, 428: 139393.
- [68] Beck T, Levine R, Levkov A. Big bad banks? The winners and losers from bank deregulation in the United States[J]. The Journal of Finance. 2010, 65(5): 1637–1667.
- [69] Wang S, Wang S, Cheng Y. How do heterogeneous green financial policy tools affect pollution emission reduction of enterprises?[J]. Finance Research Letters. 2025, 77:107121.
- [70] 江艇. 因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J]. 中国工业经济. 2022, (05):

100-120.

- [71] 黎文靖, 郑曼妮. 实质性创新还是策略性创新?—宏观产业政策对微观企业创新的影响[J]. 经济研究. 2016, 51(04): 60-73.
- [72] 钟凯, 程小可, 张伟华. 货币政策适度水平与企业“短贷长投”之谜[J]. 管理世界. 2016, (03): 87-98.
- [73] Zhang Z, Zhang L. Investor attention and corporate ESG performance[J]. Finance Research Letters. 2024, 60: 104887.
- [74] 陈震, 黄琳芮, 吴年年, 等. 行业溢出视角下绿色债券发行对企业 ESG 的影响研究[J]. 中国经济学. 2024, (03): 223-250+335-336.
- [75] 夏明. 对外直接投资逆向技术溢出的行业内与行业间路径检验—基于对空间计量方法的嫁接[J]. 科技进步与对策. 2022, 39(08): 70-79.
- [76] LeSage J, Pace R K. Introduction to spatial econometrics[M]. Chapman and Hall/CRC. 2009.

附录

环境效益表：

表 S1 2016-2024 年中国绿色债券主要环境效益估算

披露指标	单位	贴标绿色债券环境 效益披露值	“投向绿” 债券 环境效益披露值	“投向绿” 债券 环境效益估算值
碳减排量	吨二氧化碳 当量/年	158834770	159374425	377516604
替代化石能源量	吨标煤/年	49181790	49204445	114827284
节能量	吨标煤/年	8990981	9145429	22613187
化学需氧量削减量	吨/年	348585	389626	929278
氨氮削减量	吨/年	25013	28748	67120
二氧化硫削减量	吨/年	884101	884339	1980905
氮氧化物削减量	吨/年	179507	179697	399968
节水量	吨/年	46942435	331707526	560908780
颗粒物减排量	吨/年	657351	657356	1301894
水资源循环利用量	立方米/年	96	547651	1367075
总氮削减量	吨/年	22615	25107	58761
总磷削减量	吨/年	4219	4803	11208

数据来源：Wind，中央结算公司统计

熵值法具体计算过程：

由于本文污染排放的值越小对制度体系发展越好，所以采用负向指标计算方法进行处理，具体公式为：

$$X_{ij} = \frac{\max\{X_j\} - X_{ij}}{\max\{X_j\} - \min\{X_j\}}$$

其中 $\max\{X_j\}$ 为所有年份中指标值的最大值， $\min\{X_j\}$ 为所有年份中指标值的最小值， X_{ij} 为正规化之后的指标值。

计算第 i 年的第 j 项指标值所占比重，使用 $p_{ij} = X'_{ij} / \sum_{i=1}^m X'_{ij}$ 。

计 算 信 息 熵 及 冗 余 度 。 定 义 指 标 信 息 熵 为 e_j ，

$e_j = \frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m (p_{ij} \times \ln p_{ij})$, $0 \leq e_j \leq 1$ ；信息熵冗余度为 d_j ， $d_j = 1 - e_j$ ； m 为要评价的年数。

根据信息熵冗余度计算指标的权重 $w_j = d_j / \sum_{j=1}^m d_j$ 。

得到每个指标在总评分中的权重后，则单个指标在第*i*年的评分就可以通过其权重 w_j 与指标 j 的正规化值乘积得到，得到 j 项指标在第*i*年的分值 $S_{ij} = w_j X_{ij}$ 。

相关系数表：

表 S2 相关系数表

	Pollution	Size	Lev	ROA	Profit	Cashflow	Age	Employee	Capital	HHI
Pollution	1									
Size	0.098***	1								
Lev	-0.021	0.219***	1							
ROA	-0.004	0.101***	-0.572***	1						
Profit	-0.039	-0.234***	-0.369***	0.272***	1					
Cashflow	0.088***	0.259***	-0.157***	0.407***	0.196***	1				
Age	0.279***	0.187***	0.168***	-0.030	-0.166***	0.052**	1			
Employee	0.024	0.735***	0.171***	0.064**	-0.195***	0.259***	0.073***	1		
Capital	-0.004	0.347***	0.345***	-0.074***	-0.269***	0.250***	0.190***	0.190***	1	
HHI	-0.063**	0.317***	0.067***	0.022	-0.134***	0.129***	-0.096***	0.340***	0.011	1

VIF 参数结果：

表 S3 VIF 参数结果

变量	VIF	1/VIF
GB	1.0978	0.9109
Size	2.7915	0.3582
Lev	1.8781	0.5325
ROA	1.8243	0.5481
Profit	1.3382	0.7473
Cashflow	1.4940	0.6693
Age	1.1179	0.8945
Employee	2.3937	0.4178
Capital	1.4489	0.6902
HHI	1.2054	0.8296

攻读硕士期间所发表的论文及其他研究成果

- [1] Wang B, **Wei C**, Shi L, et al. ESG and firm operational efficiency: evidence from Chinese listed companies[J]. Environment, Development and Sustainability, 2025, 1: 34.

致谢

甲辰三月，春风和煦，草木葱茏，鸠兹之地亦复如是。硕士论文即将杀青，思及研究过程中诸多良师益友之鼎力相助，不禁感慨万分。此刻，谨以此篇，聊表谢忱。

我师王斌老师，学识渊博，道德文章皆为世范。自拜入师门，便蒙老师不吝赐教，无论治学之道，抑或为人之本，皆倾囊相授。论文之构思、处理、撰写、修改，每一步骤皆得老师悉心指导。每遇难题，老师辄以醍醐灌顶之智，拨云见日之策，助我渡过难关。感激之情，溢于言表。

同学之间，亦情谊深厚。或讨论课题，各抒己见；或共同携手攻关；或互勉互励，共度时光。众同仁之智慧与热情，使我受益良多。同窗之情，永难忘怀。

家人者，坚强后盾也。父母含辛茹苦，养育之恩深似海；周宏相知相守，共度风雨岁月；亲友关爱有加，时时慰藉心灵。家人之支持与鼓励，助力我求学之路勇往直前。

研究过程中，挑战与困难亦不少。数据之采集、分析，设计、操作，皆需耐心与毅力。然我秉持“百折不挠”之信念，努力克服困难，终使研究得以圆满完成。此过程虽艰辛，然亦成为成长之宝贵财富。回首往昔，感慨万分；展望未来，信心满满。

谨以此篇，感谢所有在研究过程中给予帮助和支持的人。愿共同努力，共创美好未来。