



绿色债券与企业技术创新

陈幸幸¹, 宋献中², 齐宇³

1 五邑大学 经济管理学院, 广东 江门 529020

2 暨南大学 管理学院, 广州 510632

3 广东技术师范大学 管理学院, 广州 510665

摘要: 在探索经济与环境双赢的道路上, 环境政策的制定、实施和评估是不可缺少的内容。环境政策具有多种形式, 绿色债券是中国市场引导型环境政策之一。绿色债券在中国的产生和发展呈现显著的自上而下的制度化特征, 其背后隐含着政府实现经济社会可持续发展和双碳目标的决心。历经多年的发展, 绿色债券的政策效果值得探究。

聚焦绿色债券, 讨论其债券融资和环境友好的双重属性, 剖析其直接效应和溢出效应的形成, 并从企业技术创新角度探讨绿色债券的政策效果。以2016年至2019年非金融类企业信用债券发行人作为主要样本, 采用实证分析方法, 检验绿色债券是否以及如何影响企业技术创新。

研究表明, 企业发行绿色债券后, 可通过直接效应和溢出效应促进企业的绿色技术创新和非绿色技术创新。进一步, 当债券发行人所处地区的环境治理力度较大、金融市场化指数较高时, 企业发行绿色债券促进其技术创新的效果更显著; 当企业在发行债券之前的外部融资需求越强时, 企业发行绿色债券对其技术创新的促进作用更明显。

基于绿色债券的视角拓展了市场引导型环境政策的研究框架, 补充了企业环境行为后果研究的微观证据, 为绿色债券市场相关主体提供决策依据, 对完善绿色债券相关制度以及构建市场引导型环境政策的实施和评估体系提供建议。

关键词: 绿色债券; 市场引导型环境政策; 企业技术创新; 直接效应; 溢出效应

中图分类号: F275 **文献标识码:** A **doi:** 10.3969/j.issn.1672-0334.2022.05.004

文章编号: 1672-0334(2022)05-0051-16

引言

中国的贴标绿色债券起源于2016年, 即在中国人民银行于2015年12月15日发布第39号文件之后, 到2017年中国已成为仅次于美国的第二大绿色债券发行国。无论是绿色债券的发行总量还是发行债券数量, 中国都持续位居全球前列, 彰显出旺盛的生命力。2019年, 中国以3862亿元人民币(558亿美元)

的贴标绿色债券发行总量成为全球最大的绿色债券来源国。根据中国交易商协会发布的数据, 在2021年中国共发行绿色债券6072.42亿元人民币, 同比增长了168.32%。

与国际上绿色债券的起源和发展多由国际组织推动不同, 中国绿色债券的兴起和发展具有显著的自上而下的政策推动和政府干预的特点^[1], 可被视为

收稿日期: 2022-03-30 **修返日期:** 2022-09-07

基金项目: 五邑大学青年科研基金(507170030404); 广州市哲学社会科学“十四五”规划羊城青年学人项目(2022GZQN03); 广州市哲学社会科学规划2021年度课题(2021GZQN05)

作者简介: 陈幸幸, 管理学博士, 五邑大学经济管理学院讲师, 研究方向为绿色投融资、企业社会责任和环境会计等, 代表性学术成果为“绿色信贷约束、商业信用与企业环境治理”, 发表在2019年第12期《国际金融研究》, E-mail: chenxingxing@wyu.edu.cn

宋献中, 经济学博士, 暨南大学管理学院教授, 研究方向为公司治理、企业社会责任和数字经济等, 代表性学术成果为“社会责任信息披露与股价崩盘风险——基于信息效应与声誉保险效应的路径分析”, 发表在2017年第4期《金融研究》, E-mail: tsxz@jnu.edu.cn

齐宇, 管理学博士, 广东技术师范大学管理学院副教授, 研究方向为企业制度与公司治理、企业低碳与绿色化发展等, 代表性学术成果为“股权和控制权配置: 从对等到非对等的逻辑——基于央属混合所有制上市公司的实证研究”, 发表在2018年第5期《经济研究》, E-mail: qiyu1213@gpnu.edu.cn

一种市场引导型环境政策,即采用激励而非强制性的手段引导市场主体自主实施环境保护相关行为。绿色债券从资本市场的角度为环境保护提供了一个新的思路。对于企业而言,发行募集资金用于绿色项目的绿色债券既是一种融资行为也是一种环境保护行为,除了对企业自身经营情况的考虑之外,也回应了有关国家政策的号召,还隐含着对外部环境保护压力的回应。换言之,企业发行绿色债券可能是基于多方利益考虑,而找到企业发行绿色债券会产生何种微观后果这一问题的答案,对理解绿色债券这种市场引导型环境政策的政策效果、激励企业持续自主地参与环境治理显得尤为重要。在各种企业行为中,技术创新肩负着促进企业长期发展的使命。因此,本研究聚焦企业技术创新研究绿色债券的企业微观后果。

1 相关研究评述

1.1 绿色债券

绿色债券相关研究兴起于国外,最早出现在2009年,经过多年发展,已初具规模。相关研究主要集中在技术分析层面,大多探讨绿色债券的利差、市场联动和市场反应等问题,学者们发现绿色债券利差的影响因素包括流动性风险^[2]、投资者策略^[3]、投资者注意力^[4]、债券评级和发行主体类型^[5]等。有学者发现绿色债券的收益率低于常规债券的收益率^[5],认为绿色债券存在负向绿色溢价^[6]。在金融市场联动方面,REBOREDO^[7]研究绿色债券与金融市场之间的协同运动,发现绿色债券市场与公司债市场和国债市场的协同运动较强,而与股票市场和大宗商品市场的协同运动较弱。在市场反应方面,FLAMMER^[8]发现投资者对绿色债券发行公告的反应是积极的,对首次发行和有第三方认证的绿色债券的反应更为强烈。此外,还有学者探究绿色债券的绩效,发现在企业层面,项目特征、企业对环境和社会活动的承诺对绿色债券绩效具有积极的解释作用;在国家层面,一个国家开发的环境相关技术的数量对绿色债券的表现有轻微的显著影响,而较高的信用风险等级会降低绿色债券的表现^[9]。

中国学者针对绿色债券的研究兴起于2016年,与绿色债券在中国的实践一致。早期大多为描述性和规范性的研究,部分学者从绿色债券的国际比较出发,描述中国绿色债券发展的特点,并指出其中存在的问题^[10-11]。近几年,绿色债券的发行量逐渐增加使研究样本增多,中国学者开始在绿色债券研究领域内应用实证研究方法。有学者将绿色债券与非绿色债券进行比较,认为绿色债券价格被明显低估^[12],绿色债券的发行给企业带来更积极的市场反应^[13],公募绿色债券有利于企业降低融资成本^[14]。有学者研究绿色债券信用利差的影响因素,如发行人财务状况和绿色认证行为^[15]、第三方绿色认证^[16]、市场流动性和信用评级水平^[17]、政府参与程度^[18]等。还有学者探讨企业发行绿色债券对企业价值的影响^[19]以

及绿色债券的溢出效应^[20-21]。

1.2 环境政策与企业技术创新

本研究将绿色债券视为一种市场引导型环境政策,而环境政策与技术创新之间的关系一直是学术界热议的焦点。有学者围绕命令控制型环境政策提出制约假说,认为环境政策对经济增长存在制约作用,会增加企业成本,在给定技术效率的情况下,不利于企业利润最大化,具有创新抵消效应。MOHR^[22]基于委托代理理论、有限理性理论和溢出效应理论的主要观点,推论出环境政策很少能够引发完全抵消政策遵循成本的创新行为。在实证研究方面,有学者基于不同经济主体的数据进行研究,认为企业总体的专利申请与环境保护政策的推进水平之间呈负相关关系^[23],环境保护政策的合规压力会增加企业成本^[24],甚至对企业创新投资存在一定挤出作用^[25]。

但波特假说却认为,经济和环境不应该被简单的二元独立分开,若从一个整体来分析,恰当的环境规制可以有效控制企业的环境污染行为,同时激励被规制企业进行创新^[26-27]。LANOIE et al.^[28]实证检验环境保护政策与全要素生产率之间的关系,发现环境保护政策不仅可以促进技术创新,而且在某种条件下能够降低企业成本;JOHNSTONE et al.^[29]基于25个国家的跨国研究表明,恰当的环境保护政策在一定程度上能激励能源企业的技术创新;LEE et al.^[30]基于美国汽车行业的研究表明,环境保护政策推动了汽车行业技术创新的研发力度。还有学者检验波特假说在中国的适用性,发现实施环境保护政策有助于推动重污染企业的研发创新投入^[31],能正向影响中国制造业企业研发创新的扩展和集约边际^[32]。如中国实施碳排放权交易机制对企业的技术创新存在显著的正向影响^[33],低碳城市试点政策也能在一定程度上促使企业提升整体绿色技术创新^[34]。

还有学者探讨在何种情况下环境政策会促进企业技术创新,即条件假说。有研究表明,在一些约束条件成立的前提下,环境保护政策可能刺激企业进行生态创新^[35]。这种观点得到了较多支持。沈能等^[36]发现中国的环境保护政策对企业技术创新的促进作用存在明显的地区差异,波特假说在中西部地区难以得到验证,而在东部地区得到了很好的支持;齐绍洲等^[37]的研究表明,中国的排污权交易试点政策对企业创新的诱发作用只针对绿色发明专利,对绿色实用新型专利不存在显著的影响。还有不少学者认为环境保护政策与企业技术创新之间呈现先降后升的U形关系特征^[38-40],且存在异质性差异。

可见,对于环境政策与企业技术创新的研究,学术界已经有了比较充分的研究体系,但是针对市场引导型环境政策的研究仍值得进一步挖掘,而且有必要寻找一个新的研究视角。对于绿色债券的研究,学者们主要集中在信用利差和企业发行绿色债券的经济后果方面,鲜有学者将绿色债券视为一种市场引导型环境政策探究其对企业技术创新的影响。绿

色债券是否与其他债券融资方式一样对企业技术创新产生影响^[41],它对企业技术创新产生影响的路径有何特殊之处,这些都值得进一步研究。

2 理论分析和研究假设

聚焦于绿色债券开展研究,需着重思考其债券融资和环境友好双重属性。债券融资属性即绿色债券具有与其他普通债券相同的融资功能,环境友好属性则表现在企业发行与绿色环保项目相关的绿色债券时可获得亲环境的良好声誉。首先,绿色债券的双重属性会产生直接效应。一方面,绿色债券增加了企业获取外部资金支持的渠道,缓解了企业内部资金配置难题;另一方面,绿色债券的融资成本与其他债务融资工具存在差异^[14],甚至会由于其环境友好属性而获得政府补贴。随着直接效应而来的外部资金支持、融资成本降低以及直接制度福利都可成为企业资源,最终促进企业技术创新^[42]。其次,绿色债券的发行会对企业的利益相关者产生溢出效应。由于绿色债券在中国的政策背景和它固有的环境属性,使企业发行绿色债券时传递出至少两层信息,一是企业的合法性水平提高,二是企业塑造了亲环境的社会形象。利益相关者理论认为,企业会为了迎合或安抚重要的利益相关者而做出某种决策,以换取他们的支持和拥护^[43]。合法性理论认为,企业作为整个经济社会中的一个组织,运营的合法性是它生存和发展的必要条件,因此企业的目标、手段和产出必须合乎政府的规制和公众的期待^[44]。在各级政府有关绿色金融和绿色债券政策频出、公众环保关注度普遍提高的当下,企业发行绿色债券显然会提高其合法性水平。而企业借发行绿色债券塑造的绿色、环保、可持续社会形象可以满足亲环境利益相关者的效用函数,从而赢得他们的青睐和支持,进而增加企业的竞争优势,使企业有更多的资源进行技术创新。

2.1 绿色债券、直接效应与企业技术创新

企业发行绿色债券之后,能够在一定程度上降低融资约束程度,拓宽融资渠道,获取直接制度资源,此类直接效应有助于企业开展投资活动,进行技术创新。首先,发行绿色债券给企业带来的资本支持形成了一种绿色资本集聚效应,即通过金融市场将持有环境偏好的社会资本引流至绿色债券发行人。绿色债券得以发行获批的基础在于其募集资金的一半以上需用于相关项目技改扩能、新能源开发和节能技术开发等绿色环保项目。此类项目在传统金融市场中通常较难融资,绿色债券提供了解决方案。而且,与普通债券相比,绿色债券存在一定的信用利差优势,意味着绿色债券发行人能以更低的资本成本筹措资金^[45]。其次,绿色债券在一定程度上可以缓解部分企业内部在进行资本配置时面临的技术创新项目资金挤占问题,解决企业技术创新项目,尤其是绿色技术创新项目的资金获取和资金配置难题。以绿色技术创新项目为例,在传统融资市场中,由于

这类项目具有强外部性,常常会在企业内部投资项目决策时被忽视。绿色债券的出现,以其特定的募集资金用途,在一定程度上减少了这些现象。最后,绿色债券的环境友好属性有助于企业提升合法性,获得直接制度资源,充实企业技术创新的资金供给。在环境问题越来越受到重视的外部制度压力和社会氛围中,发行绿色债券会使企业树立亲环境的良好社会形象,提升环境合法性,甚至直接获取一些制度资源。

2.2 绿色债券、溢出效应与企业技术创新

由于绿色债券天然地具有环境友好属性,因此企业发行绿色债券会释放出绿色信号,塑造环境友好、绿色转型的良好企业形象。这不仅可以吸引有环境偏好或看好绿色环保项目的债券投资者认购绿色债券,对企业其他的利益相关者还会产生溢出效应,即企业的股权投资者、除绿色债券投资者之外的其他债权投资者以及供应链上下游的供应商和客户等利益相关者都可能因企业发行绿色债券而获得收益,最终也给企业以积极反馈,从而影响企业技术创新。

(1)对于股权投资者,绿色债券的成功发行是企业获得的一种制度背书。中国对债券发行采取审批制,根据《证券法》第11条第2款的规定:“发行公司债券,必须依据公司法规定的条件,报经国务院授权的部门审批。发行人必须向国务院授权的部门提交公司法规定的申请文件和国务院授权部门规定的有关文件”。这意味着绿色债券发行人及其意向投资的绿色环保项目已经获得发改委和证券交易所等监管部门的审查和认可,这种制度背书降低了投资者与企业之间的信息不对称程度,使投资者至少在绿色债券发行人的持续经营和环境友好两个方面持有信心。因此,绿色债券发行人不仅会吸引以获取经济利益为主要目标的股权投资者,还会获得具有环境偏好的股权投资者的青睐。在股票二级市场,绿色债券发行人更可能获得积极回应,最直接的表现就是股票价格的上涨^[9,13],二级市场股票价格的上涨使绿色债券发行人的股权投资者直接受益,这种积极信号也会传导至一级市场,使绿色债券发行人在发行新股时更有可能以较低的成本融入更多的资金。

(2)绿色债券发行人的其他债权投资者(银行)通过企业发行绿色债券获得溢出效应,主要是环境监督成本和信贷违约率的下降。首先,由于环境问题越来越受到重视,银行被监管部门要求在分配信贷资源时需考察企业的环境表现^[46]。若贷款给环境表现较差的企业,银行要执行严格和复杂的信贷审批程序,设计更为严苛的贷款契约^[47]。发行绿色债券,意味着其发行人或者拥有一个正在或将要开展的绿色环保项目,或者其发行人的主营业务处于绿色环保领域。而且,该绿色债券既通过监管当局的审批,也接受绿色债券投资者的持续监督,还可能有第三方机构的绿色认证。因此,对银行来说,贷款给绿色

债券发行人,可以节省贷前审查程序和贷后监管程序,这不仅提高了银行的绿色信贷支持率,还节省了监督成本。其次,银行在绿色信贷政策的压力下,对违约率的考虑更加复杂。环境表现较差的企业更难获得银行贷款^[48],或者需支付更高的贷款利率^[49]。由于绿色环保企业普遍的低盈利经营模式也会引致银行对贷款违约率的担心,但是发行绿色债券给企业贴上了绿色标签,使企业获得环境合法性,因而能更好地适应当前的经济形势并且维持良好的经营状况,更不可能因环境污染问题而受到行政处罚进而支付罚金甚至关停倒闭,这大大降低了银行对贷款违约率的担心。因此,相对而言,银行可能更愿意向绿色债券发行人提供贷款或给予更低的贷款利率。

(3)通常供应链上的利益相关者与企业休戚相关,也会获得企业发行绿色债券带来的溢出效应。首先,与绿色债券发行人捆绑在一起,供应链上的企业更可能实现清洁生产,使自身也获得环境合法性。其次,由于绿色债券发行人把握了制度变化,具有环境合法性,从而拥有更为环保的绿色生产方式和更为良好的经营前景,使其上游供应商和下游客户也随之受益。若绿色债券发行人以此作为谈判筹码,或可在与上下游合作者签订贷款交付条件时获得更多的商业信用。一方面,企业的上游供应商存在机会主义行为^[50],可能愿意将企业视为荣辱与共的利益相关者,愿意让渡短期内的资金使用权给企业,让其快速占领市场以保证订单的连续性,最终实现自己的经营性目标;另一方面,企业的下游客户由于更接近零售端,导致其资产规模和资源禀赋等方面处于劣势而拥有较弱的谈判能力,不得不给出商业信用。若绿色债券发行人不主动要求更多的商业信用,其上下游合作者基于继续维持合作关系的动力,也可能通过给予商业信用而增加自己的竞争力。

综上,本研究认为企业发行绿色债券之后,将通

过直接效应和溢出效应对企业技术创新产生积极影响。因此,本研究提出假设。

H企业发行绿色债券后其技术创新水平提高。

3 研究设计

3.1 样本选择和数据来源

本研究的企业样本在非金融债券发行人的基础上进行选择。中国的绿色债券主要从2016年开始发行,且2020年开始经济受到不可抗力影响,因此本研究的主要研究对象为2016年至2019年由境内非金融企业发行的绿色债券,包括企业债、公司债、资产支持证券、中期票据和定向工具。为考察企业发行绿色债券前后时间序列上的纵向对比以及绿色债券发行人与非绿色债券发行人的横向对比分析,本研究的企业样本为2012年至2019年发行过上述券种的企业债券发行人。本研究使用的企业财务数据来自万得数据库和国泰安数据库,专利数据由国家知识产权局专利检索网站手工搜集获得。表1给出样本选择过程和样本量。

在经过表1中第3个步骤处理后,本研究发现在债券发行人中的非上市企业中,大多为从事地方政府授权范围内的国有资产的经营管理及咨询服务、支持地方基础建设和可持续发展的城投公司,这类企业的经营模式较为特殊,且其专利数据和财务数据严重缺失,因此本研究选择的债券发行人样本全部为上市企业。参考已有研究的惯例,本研究还按照以下原则对样本进行了筛选和处理:①剔除当年被ST的企业-年度样本;②剔除主要财务数据缺失的企业-年度样本;③为了避免数据极端值对检验结果产生偏差影响,对连续变量在1%和99%分位处分别进行缩尾处理。经过上述处理后,本研究得到481家上市企业的2880个企业-年度样本。表2给出所有样本企业的行业分布情况。

表1 非金融企业债券及其发行人样本选择过程

Table 1 Sample Selection Process of Non-financial Corporate Bonds and Issuers

步骤	操作	样本量
1	自万得数据库下载2016年至2019年由境内企业在沪深证券交易所和银行间市场交易商协会发行的所有企业债、公司债、资产支持证券、中期票据和定向工具	有16 785个债券样本
2	标记出绿色债券和非绿色债券	有绿色债券531个
3	只保留同一发行人在2016年至2019年第一次发行的债券,确定债券发行人样本。若同一发行人既发行了绿色债券,又发行了非绿色债券,将其视为绿色债券发行人,删除其所发行的非绿色债券	有4 040个债券发行人,其中绿色债券发行人188个
4	将样本区间定为2012年至2019年,确定企业-年度样本量	有32 320个企业-年度样本量
5	标记出上市企业发行人和非上市企业发行人	有481个上市企业发行人,其中绿色债券的上市企业发行人39个
6	只保留债券发行人为上市企业的样本,确定企业-年度样本量	有2 880个企业-年度样本量

表 2 样本企业的行业分布
Table 2 Industry Distribution of Sample Firms

行业	企业数	占比/%
制造业	156	32.432
房地产业	77	16.008
电力、热力、燃气及水生产和供应业	53	11.019
交通运输、仓储和邮政业	38	7.900
建筑业	35	7.277
批发和零售业	26	5.405
采矿业	22	4.574
租赁和商务服务业	15	3.118
金融业	14	2.911
信息传输、软件和信息技术服务业	13	2.703
水利、环境和公共设施管理业	12	2.495
文化、体育和娱乐业	9	1.871
综合	6	1.247
农、林、牧、渔业	4	0.832
科学研究和技术服务业	1	0.208
合计	481	100

3.2 变量定义和模型设计

(1) 被解释变量

本研究被解释变量为企业的技术创新行为,包括绿色技术创新和非绿色技术创新。绿色技术创新指标是在国家知识产权局专利检索网站手工搜集得来的企业专利数据的基础上,借助世界知识产权组织于 2010 年推出的国际专利分类绿色清单识别出来的企业的绿色专利数量。该清单是一个旨在便于检索环境友好型技术相关专利信息的在线工具,它依据《联合国气候变化框架公约》将绿色专利分为交通运输类、废弃物管理类、能源节约类、替代能源生产类、行政监管与设计类、农林类和核电类七大类。本研究按上述划分标准,识别并核算了企业每年的绿色专利申请数量,作为测量企业绿色技术创新的核心指标,用绿色专利之外的其他专利申请数量测量企业的非绿色技术创新。因为相关财务数据使用合并报表数据,为保持数据的一致性,本研究的专利数据不仅考虑企业本身的专利,还包含其子公司的专利数据。

(2) 解释变量

本研究的解释变量为绿色债券发行人、发行绿色债券以及二者的交互项。对于在 2016 年至 2019 年发行过绿色债券的企业,绿色债券发行人取值为 1,否则取值为 0;对于在 2016 年至 2019 年企业首次发

行绿色债券的当年及往后的年度,发行绿色债券取值为 1,否则取值为 0;企业为绿色债券发行人且处于已发行过绿色债券的年度,绿色债券发行人与发行绿色债券的交互项取值为 1,否则取值为 0。

(3) 调节变量

本研究将债券发行利差和商业信用作为调节变量,分别测量企业发行债券的直接效应和溢出效应。对于直接效应的测量,本研究认为企业发行债券时可以通过债券价格观察到债券市场和债券投资者的态度,此即企业发行债券获得的直接效应。因此用企业在债券一级市场发行时的票面利率与同时期同期限的国债到期收益率之差测量债券发行利差,即企业发行债券时获得的直接效应,债券发行利差越小,表明企业的债券资本成本越低,直接效应越强。对于溢出效应的测量,虽然溢出效应具有多个层面,但本研究认为商业信用是最直接的。在竞争环境中,商业信用既能反映企业从其他渠道获得资金的能力,还能反映企业在供应链中的地位,对企业的竞争和成长具有深刻的影响。限于其他层面溢出效应测量指标的不确定性和数据的可得性,本研究选用债券发行人在供应链上获得的商业信用测量溢出效应。借鉴已有研究的做法^[46,51],以应付票据、应付账款、预收账款之和减去应收票据、应收账款、预付账款之和再除以总资产测量商业信用,该数值越大,表明企业获得的商业信用越多,溢出效应越强。

(4) 控制变量

本研究将一系列影响企业技术创新的变量加以控制。①债券层面的控制变量,包括债券发行量、债券期限和债券类型,它们反映了企业的融资需求程度,在一定程度上影响企业技术创新^[52]。②企业层面的控制变量,参考已有研究^[37,52],反映企业基本特质的控制变量包括企业规模、企业年龄、资产负债率、有形资产比例、总资产报酬率、现金流量比、营业收入增长率和企业性质,反映公司治理的控制变量包括董事会规模、两职合一、独立董事比例和第一大股东持股比例。③地区层面的控制变量,包括企业所在地空气质量和地区 GDP 增长率。④控制行业固定效应以消除由于行业特征造成的差异,还控制地区固定效应以排除地区不同造成的差异。对各变量的定义见表 3。

本研究探讨企业发行绿色债券是否以及如何影响其技术创新行为。一方面,观察企业发行绿色债券前后在时间序列上的技术创新行为变化;另一方面,分析企业发行绿色债券和非绿色债券对其技术创新行为的影响是否有差异。因此,本研究构建计量模型为

$$Inn_{i,t+1} = a_0 + a_1 Gir_{i,t} + a_2 Pos_{i,t} + a_3 Gir \cdot Pos_{i,t} + \sum a_n Con_{i,t} + \mu + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

其中, i 为企业, t 为年; Inn 为绿色技术创新或非绿色技术创新; Con 为控制变量; μ 为固定效应; a_0 为截距项, $a_1 \sim a_3$ 、 a_n 为回归系数, n 为控制变量序号, $n =$

表3 变量定义
Table 3 Definitions of Variables

变量类型	变量名称	变量符号	变量定义
被解释变量	绿色技术创新	Gin	$\ln(1 + \text{企业当年申请的绿色专利数量})$
	非绿色技术创新	Oin	$\ln(1 + \text{企业当年申请的非绿色专利数量})$
解释变量	绿色债券发行人	Gir	在2016年至2019年发行过绿色债券的企业取值为1, 否则取值为0
	发行绿色债券	Pos	在2016年至2019年企业首次发行绿色债券的当年及往后的年度取值为1, 否则取值为0
	绿色债券发行人与发行绿色债券的交互项	$Gir \cdot Pos$	当企业为绿色债券发行人且处于已发行过绿色债券的年度时取值为1, 否则取值为0
调节变量	债券发行利差	Pre	债券发行时票面利率与同时期同期限的国债到期收益率之差
	商业信用	Bcr	$\frac{\text{应付票据} + \text{应付账款} + \text{预收账款} - \text{应收票据} - \text{应收账款} - \text{预付账款}}{\text{总资产}}$
控制变量	债券发行量	Amo	在样本期内首次发行债券的募集资金总额
	债券期限	Dur	在样本期内首次发行债券的存续期限
	债券类型	Btp	在样本期内首次发行债券的类型, 若为企业债或公司债取值为1, 若为资产证券支持证券、中期票据和定向工具等非典型债券取值为0
	企业规模	Siz	总资产的自然对数
	企业年龄	Age	本年度 - 企业成立年度 + 1
	资产负债率	Lev	总负债与总资产之比
	有形资产比例	Tan	固定资产净额占总资产之比
	总资产报酬率	Roa	本期净利润与总资产之比
	现金流量比	Cfo	经营活动现金流量净额与总资产之比
	营业收入增长率	Gro	当期营业收入增加值与上期营业收入之比
	企业性质	Soe	企业实际控制人属性为中央或地方政府取值为1, 否则取值为0
	董事会规模	Bsi	董事会人数
	两职合一	Dua	董事长与总理由同一人兼任时取值为1, 否则取值为0
	独立董事比例	Ind	独立董事人数占董事会人数之比
	第一大股东持股比例	Top	第一大股东持股数量占总股数之比
	地区空气质量	Aqi	企业所在城市当年空气质量优良天数的比率
	地区GDP增长率	Ggr	企业所在城市当年的GDP增长率

4, ..., 20; ε 为残差项。

为检验企业发行绿色债券在何种状况下影响其技术创新行为, 或在何种状况下影响较大, 本研究引入调节变量^[53], 构建计量模型为

$$Inn_{i,t+1} = b_0 + b_1 Gir_{i,t} + b_2 Pos_{i,t} + b_3 Gir \cdot Pos \cdot M_{i,t} + \sum b_n Con_{i,t} + \mu + \lambda_{i,t} \quad (2)$$

其中, M 为债券发行利差或商业信用; b_0 为截距项, $b_1 \sim b_3$, b_n 为回归系数; λ 为残差项。

4 实证结果和分析

4.1 描述性统计

4.1.1 变量描述性统计

表4给出变量的描述性统计结果。 Gin 的均值为0.340, 说明样本企业平均申请绿色专利数量为0.400个。 Oin 的均值为2.068, 说明样本企业平均申请非绿色专利数量为6.910个; 标准差为1.867, 说明样本企业申请的非绿色专利数量存在较大个体差异。 Gir 的均值为0.106, 说明样本企业中绿色债券发行人占

表 4 描述性统计结果

Table 4 Results for Descriptive Statistics

变量	样本观测值	均值	标准差	最小值	最大值
<i>Gin</i>	2 880	0.340	0.798	0	5.403
<i>Oin</i>	2 880	2.068	1.867	0	7.934
<i>Gir</i>	2 880	0.106	0.307	0	1
<i>Pos</i>	2 880	0.318	0.466	0	1
<i>Pre</i>	2 880	1.457	1.059	-0.040	4.120
<i>Bcr</i>	2 871	0.009	0.107	-0.548	0.524
<i>Amo</i>	2 880	9.493	8.888	0.100	80
<i>Dur</i>	2 880	4.307	1.514	1.748	18.109
<i>Btp</i>	2 880	0.644	0.479	0	1
<i>Siz</i>	2 871	14.520	2.013	8.013	25.742
<i>Age</i>	2 880	19.500	5.983	1	40
<i>Lev</i>	2 870	0.588	0.181	0.025	2.146
<i>Tan</i>	2 751	0.418	0.231	0.001	0.941
<i>Roa</i>	2 862	3.618	3.920	-12.989	15.567
<i>Cfo</i>	2 869	0.032	0.073	-0.404	0.390
<i>Gro</i>	2 854	0.390	5.167	-1.309	251.211
<i>Soe</i>	2 880	0.583	0.493	0	1
<i>Bsi</i>	2 880	8.524	2.817	0	23
<i>Dua</i>	2 880	0.207	0.405	0	1
<i>Ind</i>	2 742	0.373	0.075	0	1
<i>Top</i>	2 777	0.385	0.169	0.026	1
<i>Aqi</i>	2 880	0.760	0.155	0.351	1
<i>Ggr</i>	2 880	0.088	0.048	-0.250	0.299

注:部分变量存在缺失值,所以样本观测值不同,下同。

比为 10.6%。此外,样本中大部分变量的均值差异较小,说明本研究数据基本符合正态分布。总体而言,各控制变量的分布均在合理范围,且与已有研究的描述统计结果基本一致。

4.1.2 分组比较分析

将样本企业分为绿色债券发行人和非绿色债券发行人两组,对其主要变量进行均值比较分析,可以观察两组样本的差异性。表 5 给出分析结果,*Gin* 和 *Oin* 在两组样本中的均值差异都显著为负,说明平均而言,绿色债券发行人申请的绿色专利数量和非绿色专利数量均多于非绿色债券发行人。*Pre* 在两组样本中的均值差异显著为正,说明绿色债券发行人首次发行债券时具有成本优势。*Bcr* 在两组样本中的均值差异显著为负,说明绿色债券发行人在供应链中更容易获得资金占用。*Amo*、*Dur* 和 *Btp* 在样本

表 5 绿色债券发行人与非绿色债券发行人的比较分析结果

Table 5 Comparative Analysis Results for Green Bond Issuers and Non-Green Bond Issuers

	非绿色债券发行人		绿色债券发行人		均值差异
	样本观测值	均值	样本观测值	均值	
<i>Gin</i>	2 576	0.303	304	0.656	-0.353*** (- 7.378)
<i>Oin</i>	2 576	1.964	304	2.950	-0.986*** (- 8.825)
<i>Pre</i>	2 576	1.522	304	1.221	0.301*** (3.019)
<i>Bcr</i>	2 570	0.006	301	0.035	-0.029*** (- 4.472)
<i>Amo</i>	2 576	9.537	304	9.123	0.414 (0.768)
<i>Dur</i>	2 576	4.301	304	4.359	-0.058 (- 0.632)
<i>Btp</i>	2 576	0.640	304	0.684	-0.044 (- 1.532)
<i>Siz</i>	2 570	14.289	301	16.454	-2.165*** (- 18.693)
<i>Age</i>	2 576	19.727	304	17.605	2.122*** (5.881)
<i>Lev</i>	2 569	0.584	301	0.617	-0.033*** (- 2.952)
<i>Tan</i>	2 469	0.193	282	0.433	-0.240*** (- 19.748)
<i>Roa</i>	2 563	3.478	299	3.528	-0.050 (- 0.148)
<i>Cfo</i>	2 568	0.031	301	0.048	-0.017*** (- 4.033)
<i>Gro</i>	2 556	0.401	298	0.299	0.102 (0.322)
<i>Soe</i>	2 576	0.568	304	0.711	-0.143*** (- 4.773)
<i>Bsi</i>	2 576	8.702	304	7.020	1.682*** (10.016)
<i>Dua</i>	2 576	0.200	304	0.270	-0.070*** (- 2.861)
<i>Ind</i>	2 497	0.375	245	0.346	0.029*** (5.785)
<i>Top</i>	2 500	0.380	277	0.433	-0.053* (- 4.922)

注:括号内数据为*t*值,***为在1%水平上显著,*为在10%水平上显著,下同。

中不存在显著的均值差异,说明样本企业在首次发行债券时,不管是绿色债券还是非绿色债券,其募集资金规模、债券期限和债券类型均没有显著差异。

4.2 假设检验结果

4.2.1 企业发行绿色债券与企业技术创新

本研究基于(1)式,采用OLS方法,对企业发行绿色债券影响企业绿色技术创新和非绿色技术创新进行检验。回归结果见表6, Gir 与 Gin_{t+1} 的回归系数为0.378, Gir 与 Oin_{t+1} 的回归系数为0.491,均在1%水平上显著为正, $Gir \cdot Pos$ 的回归系数也均显著为正。

考虑到企业技术创新变量 Gin 和 Oin 包含较多数值为0的样本,因此本研究基于Tobit的方法重新对主检验模型进行回归,结果见表6, Gir 和 $Gir \cdot Pos$ 的回归结果与基于OLS模型的回归结果一致。由于被解释变量为 $(t+1)$ 期的值,导致2019年的解释变量无对应的被解释变量,所以样本观测值减少到2334。

控制变量的回归结果表明, Amo 、 Siz 、 Age 和 Cfo 的回归系数在4列中均显著为正,说明首次发行债券的募集资金更多、资产规模相对更大、成立年限越长、经营活动现金流比例相对更高的企业进行了更多的绿色技术创新和非绿色技术创新。但 Lev 和 Gro 的回归系数在4列中均显著为负,说明财务杠杆越高、成长速度较快的企业,越少进行企业技术创新活动。控制变量的回归结果与已有研究结论基本一致。

综上所述,表6的回归结果表明,企业发行绿色债券之后,其绿色技术创新水平和非绿色技术创新水平均得到提升,且这种正相关关系较为纯粹,不受控制变量选择和回归模型估计方法的影响。回归分析结果支持本研究假设。

4.2.2 企业发行绿色债券影响企业技术创新的直接效应

为检验企业发行绿色债券的直接效应,本研究基于(2)式,采用债券发行利差进行回归分析,并进行分组检验。表7给出检验结果,前3列的被解释变量为 Gin_{t+1} , (1)列为全样本回归结果,根据债券发行利差的中位数进行分组, (2)列和(3)列分别给出低债券发行利差和高债券发行利差的回归结果。 $Gir \cdot Pos$ 的回归系数均显著为正,在(1)列中 $Gir \cdot Pos \cdot Pre$ 的回归系数在1%水平上显著为负;对(2)列和(3)列进行Chow检验,其 p 值小于0.010,说明两组样本存在显著差异。

表7的后3列的被解释变量为 Oin_{t+1} , (4)列为全样本回归结果, (5)列和(6)列分别给出低债券发行利差和高债券发行利差的回归结果。 $Gir \cdot Pos$ 的回归系数在(4)列和(5)列中显著为正,且在(4)列中 $Gir \cdot Pos \cdot Pre$ 的回归系数在1%水平上显著为负;对(5)列和(6)列进行Chow检验,其 p 值小于0.010,说明两组样本存在显著差异。

表7的回归结果表明,债券发行利差负向影响企业发行绿色债券与其技术创新的关系,即当债券发行利差越低时,企业发行绿色债券之后其绿色技术

表6 企业发行绿色债券影响企业技术创新的检验结果

Table 6 Test Results for Effects of Issuing

Green Bonds on Corporate Technological Innovation

	OLS 模型		Tobit 模型	
	Gin_{t+1}	Oin_{t+1}	Gin_{t+1}	Oin_{t+1}
Gir	0.378*** (3.671)	0.491*** (3.878)	0.378*** (5.667)	0.491*** (3.811)
Pos	-0.152*** (-2.960)	-0.168* (-1.709)	-0.152*** (-2.892)	-0.168* (-1.664)
$Gir \cdot Pos$	0.245*** (3.373)	0.124** (2.522)	0.245* (1.867)	0.124* (1.689)
Amo	0.014*** (4.174)	0.019*** (5.156)	0.014*** (6.871)	0.019*** (4.703)
Dur	0.004 (0.353)	-0.058*** (-2.604)	0.004 (0.356)	-0.058** (-2.567)
Btp	-0.075* (-1.930)	-0.268*** (-3.889)	-0.075** (-2.178)	-0.268*** (-4.012)
Siz	0.045*** (3.445)	0.342*** (12.890)	0.045*** (3.521)	0.342*** (13.810)
Age	0.008** (2.131)	0.005* (1.672)	0.008** (2.373)	0.005* (1.802)
Lev	-0.091* (-1.704)	-0.523** (-2.488)	-0.091* (-1.867)	-0.523** (-2.583)
Tan	-0.186* (-1.771)	-0.163 (-0.789)	-0.186* (-1.754)	-0.163 (-0.791)
Roa	0.003 (0.931)	0.017* (1.902)	0.003 (0.824)	0.017** (2.481)
Cfo	0.101** (2.532)	0.595** (2.378)	0.101** (2.434)	0.595** (2.321)
Gro	-0.002** (-2.510)	-0.013*** (-5.214)	-0.002** (-2.596)	-0.013** (-2.417)
Soe	-0.056* (-1.723)	-0.133* (-1.920)	-0.056 (-1.542)	-0.133* (-1.896)
Bsi	0.016* (1.661)	-0.010 (-0.556)	0.016* (1.913)	-0.010 (-0.629)
Dua	0.015* (1.754)	-0.033 (-0.378)	0.015* (1.863)	-0.033 (-0.395)
Ind	-0.085 (-0.311)	1.948*** (3.503)	-0.085 (-0.332)	1.948*** (3.980)
Top	-0.176 (-1.448)	0.081** (2.378)	-0.176 (-1.613)	0.081** (2.381)
Aqi	0.037** (2.167)	0.038 (0.101)	0.037** (2.189)	0.038 (0.101)
Ggr	0.215** (2.422)	0.444*** (3.430)	0.215** (2.367)	0.444*** (3.401)
截距项	-0.169 (-0.489)	-2.565*** (-4.033)	-0.169 (-0.578)	-2.565*** (-4.561)
行业和地区固定效应	控制	控制	控制	控制
样本观测值	2 334	2 334	2 334	2 334
调整的 R^2	0.235	0.459		
伪 R^2			0.110	0.149

注: **为在5%水平上显著,下同。

表7 企业发行绿色债券影响企业技术创新的直接效应检验结果
Table 7 Test Results for Direct Effects of Issuing Green Bonds on Corporate Technological Innovation

	Gin_{t+1}			Oin_{t+1}		
	全样本 (1)	低债券发行 利差样本 (2)	高债券发行 利差样本 (3)	全样本 (4)	低债券发行 利差样本 (5)	高债券发行 利差样本 (6)
Gir	0.347*** (3.426)	0.285* (1.781)	0.358*** (3.125)	0.230** (2.411)	0.304** (2.497)	0.178* (1.943)
Pos	-0.164*** (-2.739)	-0.210** (-2.270)	-0.139* (-1.768)	-0.310*** (-3.055)	-0.354** (-2.493)	-0.138* (-1.881)
$Gir \cdot Pos$	0.524** (2.280)	2.169*** (3.087)	1.012* (1.739)	0.452* (1.718)	2.816*** (2.618)	0.086 (0.034)
$Gir \cdot Pos \cdot Pre$	-0.647*** (-3.343)			-0.761*** (-2.878)		
截距项	-0.409 (-1.287)	-2.082*** (-4.332)	1.218*** (3.275)	-3.306*** (-5.369)	-4.865*** (-5.646)	-1.490* (-1.806)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
行业和地区固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
样本观测值	2 334	1 156	1 178	2 334	1 156	1 178
调整的 R^2	0.229	0.317	0.282	0.447	0.535	0.431

注:限于篇幅不再给出控制变量的回归结果,下同。

创新水平和非绿色技术创新水平提高的越多。回归结果验证了本研究关于直接效应的理论推导逻辑的合理性。

4.2.3 企业发行绿色债券影响企业技术创新的溢出效应

为检验企业发行绿色债券是否通过溢出效应影响企业绿色技术创新水平和非绿色技术创新水平,本研究基于(2)式,采用商业信用进行回归分析,并进行分组检验。表8给出检验结果,前3列的被解释变量为 Gin_{t+1} , (1)列为全样本回归结果,根据商业信用的中位数进行分组, (2)列和(3)列分别给出低商业信用和高商业信用的回归结果。在(1)列和(3)列中 $Gir \cdot Pos$ 的回归系数均显著为正,在(2)列中该系数为正但不显著,在(1)列中 $Gir \cdot Pos \cdot Pre$ 的回归系数在5%水平上显著为正;对(2)列和(3)列进行Chow检验,其 p 值小于0.010,说明两组样本存在显著差异。

表8的后3列的被解释变量为 Oin_{t+1} , (4)列为全样本回归结果, (5)列和(6)列分别给出低商业信用和高商业信用的回归结果。在(4)列和(6)列中 $Gir \cdot Pos$ 的回归系数均显著为正,在(5)列中该系数为正但不显著,在(4)列中 $Gir \cdot Pos \cdot Pre$ 的回归系数在5%水平上显著为正;对(5)列和(6)列进行Chow检验,其 p 值小于0.010,说明两组样本存在显著差异。

表8的回归结果表明,商业信用正向影响企业发行绿色债券与其技术创新的关系,即当企业获得商业信用越多时,企业发行绿色债券后其绿色技术创

新水平和非绿色技术创新水平提高的越多。回归结果验证了本研究关于溢出效应的理论推导逻辑的合理性。

5 稳健性检验

5.1 内生性讨论和检验

本研究可能存在的内生性问题包括:①遗漏变量。尽管本研究引入了一系列控制变量,也加入了行业和地区固定效应,但还是会遗漏一些可能被忽略或者难以量化的变量。②自选择。发行绿色债券的企业可能具有某些特性,这使估计样本不具备随机性,可能造成估计偏差。③因果倒置。企业发行绿色债券的动机之一可能是缺乏研发资金,即已经有技术创新的规划和积累,才去发行绿色债券。这可能导致回归检测到的是解释变量与被解释变量的相关性,而非因果推断。因此,本研究分别采用企业固定效应方法、倾向得分匹配方法和工具变量法对企业发行绿色债券与其技术创新的关系重新进行检验,以缓解内生性问题带来的估计有偏问题。

5.1.1 考虑不随时间变化的企业遗漏变量的稳健性检验

企业层面存在的一些不随时间变化的因素可能导致本研究的估计结果偏差,如具有环境偏好的管理层可能影响企业绿色技术创新。基于此,为控制这些不随时间变化的企业遗漏变量对研究结果的影响,本研究在估计模型中进一步控制企业固定效应,

表8 企业发行绿色债券影响技术创新的溢出效应检验结果
Table 8 Test Results for Spillover Effects of Issuing Green Bonds on Corporate Technological Innovation

	Gin_{t+1}			Oin_{t+1}		
	全样本 (1)	低商业 信用样本 (2)	高商业 信用样本 (3)	全样本 (4)	低商业 信用样本 (5)	高商业 信用样本 (6)
Gir	0.378*** (3.661)	0.033 (0.256)	0.531*** (3.297)	0.493*** (3.892)	0.577*** (3.140)	0.407** (2.145)
Pos	-0.152*** (-2.956)	-0.195*** (-2.731)	-0.108 (-1.478)	-0.168* (-1.713)	-0.137 (-0.953)	-0.248* (-1.832)
$Gir \cdot Pos$	0.245** (2.367)	0.211 (1.270)	0.471*** (2.967)	0.123** (2.522)	0.067 (1.245)	0.122*** (3.361)
$Gir \cdot Pos \cdot Bcr$	0.145** (2.021)			9.298** (2.389)		
截距项	-0.169 (-0.489)	-0.478 (-0.963)	0.012 (0.021)	-2.556*** (-4.012)	-1.039 (-1.210)	-4.544*** (-5.424)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
行业和地区固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
样本观测值	2 334	1 154	1 180	2 334	1 154	1 180
调整的 R^2	0.235	0.348	0.269	0.459	0.460	0.557

表9 不随时间变化的企业遗漏变量的稳健性检验结果
Table 9 Robust Test Results for Corporate Omitted Variables That do not Change Over Time

	Gin_{t+1}			Oin_{t+1}		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Pos	0.035 (0.812)	0.034 (0.778)	0.035 (0.812)	0.095 (1.170)	0.094 (1.162)	0.095 (1.170)
$Gir \cdot Pos$	0.080*** (3.441)	0.395** (2.167)	0.059** (2.323)	0.102*** (3.452)	0.124** (2.543)	0.122** (2.667)
$Gir \cdot Pos \cdot Pre$		-0.252** (-2.201)			-0.181* (-1.832)	
$Gir \cdot Pos \cdot Bcr$			3.798** (2.134)			3.634** (2.712)
截距项	0.518 (1.143)	0.482 (1.056)	0.538 (1.189)	1.925* (1.781)	1.900* (1.745)	1.945* (1.789)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
企业固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
样本观测值	2 334	2 334	2 334	2 334	2 334	2 334
调整的 R^2	0.152	0.156	0.155	0.249	0.250	0.250

重新对研究假设进行检验。由于企业首次发行债券的募集资金规模、债券期限和债券类型也不随时间变化,因此将其从回归模型中剔除。

基于(1)式和(2)式,表9给出将行业固定效应和

地区固定效应替换为企业固定效应的主检验回归结果, $Gir \cdot Pos$ 在6个回归中的回归系数均显著为正,表明企业在发行绿色债券后,其绿色技术创新水平和非绿色技术创新水平平均得以提升;在(2)列和(5)

列中 $Gir \cdot Pos \cdot Pre$ 的回归系数均显著为负,表明债券发行利差负向调节企业发行绿色债券与其技术创新水平的关系;在(3)列和(6)列中 $Gir \cdot Pos \cdot Bcr$ 的回归系数均显著为正,表明商业信用正向调节企业发行绿色债券与其技术创新水平的关系。由此可知,控制企业固定效应的影响后,前文的结果依旧成立,说明并非由于存在不随时间变化的企业遗漏变量导致了本研究结果。

5.1.2 采用PSM方法的稳健性检验

为了尽可能缓解自选择问题对本研究结果的影响,本研究采用倾向得分匹配方法(propensity score matching, PSM),以绿色债券发行人作为处理组样本,匹配出相对应的控制组样本,重新对研究假设进行检验。已有研究通常将对被解释变量的重要影响因素作为匹配变量,但由于本研究的匹配目标是找出具有何种特征的企业更可能发行绿色债券,从企业层面看,企业的资产规模、固定资产比例、财务杠杆和成立年限等可能影响企业的融资需求;从债券层面看,债券的募集资金规模、债券期限和债券类型可以从侧面反映企业的融资需求;而企业所处行业可能影响企业是否选择发行绿色债券。因此,本研究选取的匹配变量包括债券发行人的资产规模、固定资产比例、财务杠杆、成立年限和所处行业,以及债券发行的时间、募集资金规模、债券期限和债券类型。处理组样本为全部发行过绿色债券的企业,对照组样本为发行过非绿色债券的企业。由于采用1:1的配对方法导致一些处理组企业无法找到与其配对的对照组企业,因此采用半径匹配的方法,选取的半径值为0.15,这样保证了每一个处理组样本至少配对一个对照组样本。

回归结果表明,采用PSM方法处理后, $Gir \cdot Pos$ 在6个回归中的回归系数均在5%及以上水平上显著为正,表明企业在发行绿色债券后,其绿色技术创新水平和非绿色技术创新水平均得以提升;且债券发行利差负向调节企业发行绿色债券与其技术创新水平的关系,而商业信用正向调节企业发行绿色债券与其技术创新水平的关系。由此可知,采用PSM方法控制企业样本自选择问题后,前文的结果依旧成立,说明并非由于存在样本自选择问题导致了本研究结果。

5.1.3 采用工具变量的稳健性检验

本研究采用工具变量法缓解可能存在的因果倒置带来的内生性问题,选择的工具变量为同行业同年度的绿色债券发行数量和同省份同年度的绿色债券发行数量。理论上,这两个工具变量必然与企业是否发行绿色债券密切相关,但与企业技术创新无直接逻辑关系。

分别引入上述两个工具变量进行两阶段最小二乘回归,仍采用(1)式,其中,第1阶段的解释变量和被解释变量分别为 Gir 和工具变量,第2阶段分别检验两个被解释变量,即 $(t+1)$ 期的绿色技术创新和非绿色技术创新。从第1阶段的回归结果看,对于企业

是否发行绿色债券,工具变量的回归系数均显著为正,符合理论预期,且拒绝了存在弱工具变量的原假设,弱工具变量检验的Cragg-Donald Wald F 值统计量均大于10。从第2阶段的回归结果看, Gir 的回归系数也均在1%水平上显著为正。由此,采用工具变量法控制内生性问题后,本研究结果仍然稳健成立。

5.2 将非债券发行人纳入比较

本研究的设计是在选取有发债经验的上市企业的基础上,针对发行绿色债券和发行非绿色债券的企业,比较二者在发债前后的企业技术创新水平的变化。这可能导致本研究的估计结果来自特殊的样本企业,即发行过债券的企业(不管是绿色债券还是非绿色债券),有可能存在某些特征导致本研究的估计结果只在样本企业中成立。因此,本研究将未发行过债券的上市企业也纳入到样本企业中,重新对研究假设进行检验。回归结果表明前文结果依旧成立,说明并非由于人为地样本筛选过程导致了本研究结果。

此外,本研究还对企业绿色技术创新和非绿色技术创新进行敏感性检验。首先,用研发支出占比测量企业创新投入;其次,将专利申请数量换成专利授权数量;再次,将企业创新分为发明创新和非发明创新两种创新类型,得到测量企业绿色技术创新的两个指标,即绿色发明专利申请数量和绿色非发明专利申请数量,还得到测量企业非绿色技术创新的两个指标,即其他发明专利申请数量和其他非发明专利申请数量。基于上述变量的回归结果与前文结果基本保持一致。

6 进一步分析

6.1 基于地区环境治理力度的检验

中国的绿色债券市场是自上而下建立起来的,其目的是借助债券市场的力量助力建设绿色经济体系和实现双碳目标,这给地方政府形成了一定的政策压力,使地方政府有动力去发动辖内的企业进行绿色转型。因此,本研究认为企业发行绿色债券对技术创新的影响在地区环境治理力度更大的企业表现得更明显。对于政府环境治理力度的测量,本研究借鉴陈诗一等^[54]的做法,手工收集2011年至2019年各省级政府工作报告,以政府工作报告中与环境相关词汇的词频比重测量地方政府环境治理力度,与环境相关的词汇包括环境保护、环保、绿色、低碳、污染、能耗、减排、排污和生态等。

本研究根据政府环境治理力度的中位数把样本企业所在省份划分为高环境治理力度和低环境治理力度两组,采用(1)式进行分组回归。检验结果见表10, $Gir \cdot Pos$ 在4个回归中均显著为正,但在高环境治理力度样本中的回归系数更大且显著性水平更高;分别对两组样本进行Chow检验,发现其 p 值小于0.010。以上结果表明,企业发行绿色债券对企业技术创新的促进作用在高环境治理力度地区表现得更明显,这从侧面证实了本研究理论逻辑推导的合理性。

表 10 基于地区环境治理力度的检验结果
Table 10 Test Results for Regional Environmental Governance Efforts

	Gin_{t+1}		Oin_{t+1}	
	高环境治理 力度样本组	低环境治理 力度样本组	高环境治理 力度样本组	低环境治理 力度样本组
Gir	0.106 (0.756)	0.535*** (4.122)	1.015*** (4.871)	0.312** (2.054)
Pos	-0.153** (-1.981)	-0.149** (-2.178)	-0.247 (-1.512)	-0.165 (-1.313)
$Gir \cdot Pos$	0.935*** (3.730)	0.045* (1.945)	0.424** (2.852)	0.175* (1.677)
截距项	0.131 (0.232)	-0.299 (-0.547)	-2.918*** (-2.723)	-1.779* (-1.766)
控制变量	控制	控制	控制	控制
行业和省份固定效应	控制	控制	控制	控制
样本观测值	921	1 413	921	1 413
调整的 R^2	0.238	0.278	0.486	0.470

6.2 基于地区金融发展水平的检验

企业发行绿色债券之后,除了债券本身可以给企业补充资金之外,企业外部的利益相关者也可能因为环境偏好或者对绿色债券发行人的经营持有积极信心,而给予绿色债券发行人一定的支持。若绿色债券发行人所在地区的金融发展水平较高,如商业银行的分支机构较多,则可以通过溢出效应获得更多的外部支持,从而正向影响企业发行绿色债券与其技术创新的关系。因此,本研究采用《中国分省份市场化指数报告(2018)》,借鉴俞红海等^[55]的做法,以樊纲指数 2009 年至 2016 年的数据推算出 2017 年至 2019 年的估算值。按照样本企业所在地区的金融市场化指数的中位数将所有样本分为金融市场化指数较高组和较低组,分组检验地区金融市场化发展水平是否以及如何影响企业发行绿色债券与其技术创新的关系。

回归结果表明,当样本企业处在金融市场化发展水平较高地区时, $Gir \cdot Pos$ 的回归系数均显著为正;当样本企业处在金融市场化发展水平较低地区时, $Gir \cdot Pos$ 的回归系数不显著;分别对两组样本进行 Chow 检验,发现其 p 值小于 0.010。由此可知,企业发行绿色债券对企业技术创新的促进作用在金融市场化水平较高地区表现得更为明显,这再一次从侧面证实了前文的理论逻辑推导的合理性。

6.3 基于外部融资需求的检验

根据前文的理论分析,企业发行绿色债券影响其技术创新的内部机理之一是绿色债券为企业提供了一个新的融资方式,使需要投资绿色项目而较难从传统融资渠道获得支持的企业可以解决外部融资需求。因此,本研究认为当企业的外部融资需求越大

时,发行绿色债券正向影响其技术创新的效果更加明显。本研究用现金满足投资率测量企业的外部融资需求,即现金满足投资率等于近 5 年累计经营活动现金流净额与构建固定资产、无形资产支付的现金,存货增加和分配股利、利润、利息支付的现金之和的比值。

按照现金满足投资率的中位数将样本企业分为企业外部融资需求较高组和较低组,采用(1)式对前文的主检验进行分组回归。回归结果表明, $Gir \cdot Pos$ 在 4 个回归中均显著为正;当样本企业的外部融资需求较高时, $Gir \cdot Pos$ 的回归系数值更大,而且显著性水平更高;分别对两组样本进行 Chow 检验,发现其 p 值小于 0.010。由此可知,企业发行绿色债券对技术创新的促进作用在企业外部融资需求较大时表现得更为明显,这再一次从侧面证实了前文的理论逻辑推导的合理性。

7 结论

7.1 研究结果

近年来,随着环境问题越来越引起重视,如何兼顾经济发展和环境保护成为各国政府、社会主体和理论工作者关注的焦点。绿色债券在中国成为市场引导型环境政策的代表之一,兼具债券融资和环境友好两种属性。本研究从直接效应和溢出效应两个角度,实证检验企业发行绿色债券是否影响其绿色技术创新和非绿色技术创新。

研究结果表明,企业发行绿色债券后,可以通过直接效应和溢出效应促进企业的绿色技术创新水平和非绿色技术创新水平,直接效应即债券投资者和债券市场对绿色债券发行人给予的积极反馈,溢出

效应即债券投资者之外的其他利益相关者在绿色债券发行人释放绿色信号后表现出来的积极反应。上述实证检验结果在考虑内生性、不同的样本和测量指标后仍然稳健。本研究还发现,当债券发行人所处地区的环境治理力度更大、金融市场化指数更高时,企业发行绿色债券促进企业技术创新水平的效果更明显;当企业在发债之前的外部融资需求越强时,企业发行绿色债券对其技术创新的促进作用更明显。

7.2 研究贡献

(1)以绿色债券为代表,本研究拓展了市场引导型环境政策经济后果的研究。本研究表明绿色债券发行人发行绿色债券后其技术创新水平显著提高,比非绿色债券发行人更高。而且,绿色技术创新在一定程度上可以衡量企业的环境绩效,因此本研究结果表明企业发行绿色债券可以提升企业的环境绩效,这从侧面证实了绿色债券这一市场引导型环境政策可以实现企业环境目标。

(2)本研究为企业技术创新影响因素的研究提供了增量证据。技术创新是企业赖以生存和发展的动力源,也是当前中国经济实现绿色转型的根本保证。不少学者认为,创新活动是多投入、多阶段、多产出并有多主体参与的资源转化过程。但究竟有哪些参与主体、创新活动又有哪些关键环节或实现路径等问题,在当前日益复杂的社会经济背景下急需学者们突破传统的研究思路进行深入探讨。本研究结论对此提供了探索性解释。

7.3 实践启示

本研究对企业、政府部门和商业银行等多个主体具有实践指导意义。本研究结果表明,发行绿色债券对企业技术创新具有积极意义,企业可以发行绿色债券进行绿色转型,实现环境绩效和经济绩效的双赢;地方政府可以通过增强环境治理力度、提升营商服务水平、打造供应链网络等措施,加强辖区内的这种由企业发行绿色债券带来的积极效应;商业银行等金融机构积极参与绿色债券市场,可以形成企业与金融机构在绿色债券市场以及其他金融市场的良性互动。

7.4 研究不足和未来研究方向

尽管本研究结果在经过普通最小二乘法、倾向评分匹配法、工具变量法以及企业固定效应、样本敏感性和指标敏感性等多种检验方法后依然成立,存在较高的稳健性,但仍然存在一些不足。①由于无法获取非上市企业的部分指标数据,因此尽管目前绿色债券发行人中上市企业占比较少,本研究仍选取上市企业债券发行人作为样本,据此得来的研究结果可能难以推及非上市企业。②由于本研究的债券样本中非公开上市发行的债券占比较大,因此在测量直接效应时采用债券发行时票面利率的利差,而非债券在二级市场中的收益率表现,这也可能使研究结果受到影响。③由于其他利益相关者的反应较难测量,因此本研究主要采用商业信用测量企业

发行绿色债券的溢出效应,选用银行贷款进行稳健性检验,这两者未能完全衡量本研究提出的溢出效应,故而在一定程度上也可能影响研究结果。④总体来说当前绿色债券发行人较少,因此本研究将绿色公司债券、企业债券、资产支持证券、中期票据和定向工具等债券品种都纳入研究样本中,以便更好地进行大样本分析,这可能导致人为忽视因债券品种而存在的差异性,从而影响研究结果。未来研究可以在逐步解决或缓解上述研究不足的基础上,继续探讨企业发行绿色债券的经济后果,并分析异质性存在的机理,形成完整而清晰的绿色债券和市场引导型环境政策影响企业行为表现的理论分析框架。

参考文献:

- [1] 巴曙松,丛钰佳,朱伟豪.绿色债券理论与中国市场发展分析.《杭州师范大学学报(社会科学版)》,2019,41(1):91-106.
BA Shusong, CONG Yujia, ZHU Weihao. Green bond theory and development analysis in China market. *Journal of Hangzhou Normal University (Humanities and Social Sciences)*, 2019, 41(1): 91-106.
- [2] FEBI W, SCHAFER D, STEPHAN A, et al. The impact of liquidity risk on the yield spread of green bonds. *Finance Research Letters*, 2018, 27: 53-59.
- [3] BOUTABBA M A, RANNOU Y. Investor strategies in the green bond market: the influence of liquidity risks, economic factors and clientele effects. *International Review of Financial Analysis*, 2022, 81: 102071-1-102071-18.
- [4] PHAM L, HUYNH T L D. How does investor attention influence the green bond market?. *Finance Research Letters*, 2020, 35: 101533-1-101533-7.
- [5] ZERBIB O D. The effect of pro-environmental preferences on bond prices: evidence from green bonds. *Journal of Banking Finance*, 2019, 98: 39-60.
- [6] IMMEL M, HACHENBERG B, KIESEL F, et al. Green bonds: shades of green and brown. *Journal of Asset Management*, 2021, 22(2): 96-109.
- [7] REBOREDO J C. Green bond and financial markets: co-movement, diversification and price spillover effects. *Energy Economics*, 2018, 74: 38-50.
- [8] FLAMMER C. Corporate green bonds. *Journal of Financial Economics*, 2021, 142(2): 499-516.
- [9] RUSSO A, MARIANI M, CARAGNANO A. Exploring the determinants of green bond issuance: going beyond the long-lasting debate on performance consequences. *Business Strategy and the Environment*, 2021, 30(1): 38-59.
- [10] 万志宏,曾刚.国际绿色债券市场:现状、经验与启示.《金融论坛》,2016,21(2):39-45.
WAN Zhihong, ZENG Gang. International green bond market: current situation, experience and enlightenment. *Finance Forum*, 2016, 21(2): 39-45.
- [11] 王遥,徐楠.中国绿色债券发展及中外标准比较研究.《金融论坛》,2016,21(2):29-38.
WANG Yao, XU Nan. The development of Chinese green bonds and a comparative study of Chinese and foreign standards. *Finance Forum*, 2016, 21(2): 29-38.

- [12] 龚玉霞, 滕秀仪, 赛尔沃, 等. 绿色债券发展及其定价研究: 基于二叉树模型分析. *价格理论与实践*, 2018(7): 79–82.
GONG Yuxia, TENG Xiuyi, SAI Erwo, et al. The pricing and empirical research of green bonds based on the TwoBinomial tree model. *Price: Theory & Practice*, 2018(7): 79–82.
- [13] WANG J Z, CHEN X, LI X X, et al. The market reaction to green bond issuance: evidence from China. *Pacific-Basin Finance Journal*, 2020, 60: 101294–1–101294–19.
- [14] 杨希雅, 石宝峰. 绿色债券发行定价的影响因素. *金融论坛*, 2020, 25(1): 72–80.
YANG Xiya, SHI Baofeng. The factors affecting the pricing of green bond issuance. *Finance Forum*, 2020, 25(1): 72–80.
- [15] 高晓燕, 纪文鹏. 绿色债券的发行人特性与发行信用利差. *财经科学*, 2018(11): 26–36.
GAO Xiaoyan, JI Wenpeng. Characteristics of issuers and credit spread of green bond issuance. *Finance & Economics*, 2018(11): 26–36.
- [16] LI Z Y, TANG Y, WU J Y, et al. The interest costs of green bonds: credit ratings, corporate social responsibility, and certification. *Emerging Markets Finance and Trade*, 2020, 56(12): 2679–2692.
- [17] CHANG K, FENG Y L, LIU W, et al. The impacts of liquidity measures and credit rating on corporate bond yield spreads: evidence from China's green bond market. *Applied Economics Letters*, 2021, 28(17): 1446–1457.
- [18] 周新苗, 唐绍祥, 刘慧宏. 中国绿色债券市场的分割效应及政策选择研究. *中国软科学*, 2020(11): 42–51.
ZHOU Xinmiao, TANG Shaoliang, LIU Huihong. Research on the segmentation effect and policy choice of China's green bond market. *China Soft Science*, 2020(11): 42–51.
- [19] 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. *金融论坛*, 2020, 25(9): 29–39.
MA Yaming, HU Chunyang, LIU Xinlong. Green bond issuance and corporate value promotion: based on the mediation effect test of DID model. *Finance Forum*, 2020, 25(9): 29–39.
- [20] 高扬, 李春雨. 中国绿色债券市场与金融市场间的风险溢出效应研究. *金融论坛*, 2021, 26(1): 59–69.
GAO Yang, LI Chunyu. Research on risk spillover effect between green bond market and financial market in China. *Finance Forum*, 2021, 26(1): 59–69.
- [21] 吴育辉, 田亚男, 陈媪妍, 等. 绿色债券发行的溢出效应、作用机理及绩效研究. *管理世界*, 2022, 38(6): 176–190.
WU Yuhui, TIAN Ya'nan, CHEN Yunyan, et al. The spillover effect, mechanism and performance of green bond issuance. *Journal of Management World*, 2022, 38(6): 176–190.
- [22] MOHR R D. Technical change, external economies, and the Porter hypothesis. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2002, 43(1): 158–168.
- [23] WAGNER M. On the relationship between environmental management, environmental innovation and patenting: evidence from German manufacturing firms. *Research Policy*, 2007, 36(10): 1587–1602.
- [24] 王群伟, 周德群, 葛世龙, 等. 环境规制下的投入产出效率及规制成本研究. *管理科学*, 2009, 22(6): 111–119.
WANG Qunwei, ZHOU Dequn, GE Shilong, et al. Research on input-output efficiency and regulatory cost under environmental regulation. *Journal of Management Science*, 2009, 22(6): 111–119.
- [25] KNELLER R, MANDERSON E. Environmental regulations and innovation activity in UK manufacturing industries. *Resource and Energy Economics*, 2012, 34(2): 211–235.
- [26] PORTER M E. Towards a dynamic theory of strategy. *Strategic Management Journal*, 1991, 12(S2): 95–117.
- [27] PORTER M E, VAN DER LINDE C. Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. *The Journal of Economic Perspectives*, 1995, 9(4): 97–118.
- [28] LANOIE P, PATRY M, LAJEUNESSE R. Environmental regulation and productivity: testing the Porter hypothesis. *Journal of Productivity Analysis*, 2008, 30(2): 121–128.
- [29] JOHNSTONE N, HAŠČIČ I, POPP D. Renewable energy policies and technological innovation: evidence based on patent counts. *Environmental and Resource Economics*, 2010, 45(1): 133–155.
- [30] LEE J, VELOSO F M, HOUNSHELL D A. Linking induced technological change, and environmental regulation: evidence from patenting in the U.S. auto industry. *Research Policy*, 2011, 40(9): 1240–1252.
- [31] 颀茂华, 王瑾, 刘冬梅. 环境规制、技术创新与企业经营绩效. *南开管理评论*, 2014, 17(6): 106–113.
XIE Maohua, WANG Jin, LIU Dongmei. Environment regulation, technological innovation and corporate performance. *Nankai Business Review*, 2014, 17(6): 106–113.
- [32] 蒋为. 环境规制是否影响了中国制造业企业研发创新? 基于微观数据的实证研究. *财经研究*, 2015, 41(2): 76–87.
JIANG Wei. Does environmental regulation affect R&D innovation of manufacturing firms in China? Empirical study based on micro data. *Journal of Finance and Economics*, 2015, 41(2): 76–87.
- [33] 胡珺, 黄楠, 沈洪涛. 市场激励型环境规制可以推动企业技术创新吗? 基于中国碳排放权交易机制的自然实验. *金融研究*, 2020(1): 171–189.
HU Jun, HUANG Nan, SHEN Hongtao. Can market-incentive environmental regulation promote corporate innovation? A natural experiment based on China's carbon emissions trading mechanism. *Journal of Financial Research*, 2020(1): 171–189.
- [34] 徐佳, 崔静波. 低碳城市和企业绿色技术创新. *中国工业经济*, 2020(12): 178–196.
XU Jia, CUI Jingbo. Low-carbon cities and firms' green technological innovation. *China Industrial Economics*, 2020(12): 178–196.
- [35] JAFFE A B, PALMER K. Environmental regulation and innovation: a panel data study. *The Review of Economics and Statistics*, 1997, 79(4): 610–619.
- [36] 沈能, 刘凤朝. 高强度的环境规制真能促进技术创新吗? 基于“波特假说”的再检验. *中国软科学*, 2012(4): 49–59.
SHEN Neng, LIU Fengchao. Can intensive environmental regulation promote technological innovation? Porter hypothesis reexamined. *China Soft Science*, 2012(4): 49–59.
- [37] 齐绍洲, 林岫, 崔静波. 环境权益交易市场能否诱发绿色创新? 基于我国上市公司绿色专利数据的证据. *经济研究*, 2018, 53(12): 129–143.
QI Shaozhou, LIN Shen, CUI Jingbo. Do environmental rights trading schemes induce green innovation? Evidence from listed firms in China. *Economic Research Journal*, 2018, 53(12): 129–143.
- [38] 张成, 陆旸, 郭路, 等. 环境规制强度和生产技术进步. *经济研究*, 2011, 46(2): 113–124.
ZHANG Cheng, LU Yang, GUO Lu, et al. The intensity of environ-

- mental regulation and technological progress of production. *Economic Research Journal*, 2011, 46(2): 113-124.
- [39] 蒋伏心, 王竹君, 白俊红. 环境规制对技术创新影响的双重效应: 基于江苏制造业动态面板数据的实证研究. *中国工业经济*, 2013(7): 44-55.
- JIANG Fuxin, WANG Zhujun, BAI Junhong. The dual effect of environmental regulations' impact on innovation: an empirical study based on dynamic panel data of Jiangsu manufacturing. *China Industrial Economics*, 2013(7): 44-55.
- [40] 张娟, 耿弘, 徐功文, 等. 环境规制对绿色技术创新的影响研究. *中国人口·资源与环境*, 2019, 29(1): 168-176.
- ZHANG Juan, GENG Hong, XU Gongwen, et al. Research on the influence of environmental regulation on green technology innovation. *China Population, Resources and Environment*, 2019, 29(1): 168-176.
- [41] 江轩宇, 贾婧, 刘琪. 债务结构优化与企业创新: 基于企业债券融资视角的研究. *金融研究*, 2021(4): 131-149.
- JIANG Xuanyu, JIA Jing, LIU Qi. Debt structure optimization and corporate innovation: a study from the perspective of corporate bond financing. *Journal of Financial Research*, 2021(4): 131-149.
- [42] GILBERT B A, MCDUGALL P P, AUDRETSCH D B. New venture growth: a review and extension. *Journal of Management*, 2006, 32(6): 926-950.
- [43] 李传军. 利益相关者共同治理的理论基础与实践. *管理科学*, 2003, 16(4): 84-87.
- LI Chuanjun. The theoretical basis and practice of co-governance mechanism by stakeholders. *Journal of Management Science*, 2003, 16(4): 84-87.
- [44] PATTEN D M. The accuracy of financial report projections of future environmental capital expenditures: a research note. *Accounting, Organizations and Society*, 2005, 30(5): 457-468.
- [45] LARCKER D F, WATTS E M. Where's the greenium?. *Journal of Accounting and Economics*, 2020, 69(2/3): 101312-1-101312-26.
- [46] 陈幸幸, 史亚雅, 宋献中. 绿色信贷约束、商业信用与企业环境治理. *国际金融研究*, 2019(12): 13-22.
- CHEN Xingxing, SHI Yaya, SONG Xianzhong. Green credit constraint, commercial credit and corporate environmental governance. *Studies of International Finance*, 2019(12): 13-22.
- [47] 刘常建, 许为宾, 蔡兰, 等. 环保压力与重污染企业的银行贷款契约: 基于“PM_{2.5}爆表”事件的经验证据. *中国人口·资源与环境*, 2019, 29(12): 121-130.
- LIU Changjian, XU Weibin, CAI Lan, et al. Environmental pressure and bank loan covenant of heavy polluting enterprise: empirical study based on China's PM_{2.5} beyond-index event. *China Population, Resources and Environment*, 2019, 29(12): 121-130.
- [48] 蔡海静, 汪祥耀, 谭超. 绿色信贷政策、企业新增银行借款与环保效应. *会计研究*, 2019(3): 88-95.
- CAI Haijing, WANG Xiangyao, TAN Chao. Green credit policy, incremental bank loans and environmental protection effect. *Accounting Research*, 2019(3): 88-95.
- [49] 苏冬蔚, 连莉莉. 绿色信贷是否影响重污染企业的投融资行为?. *金融研究*, 2018(12): 123-137.
- SU Dongwei, LIAN Lili. Does green credit policy affect corporate financing and investment? Evidence from publicly listed firms in pollution-intensive industries. *Finance Research*, 2018(12): 123-137.
- [50] 叶飞, 张婕, 吕晖. 供应商机会主义行为对信息共享与运营绩效的影响. *管理科学*, 2012, 25(2): 51-60.
- YE Fei, ZHANG Jie, LYU Hui. Research on the impact of supplier opportunism on information sharing and operational performance. *Journal of Management Science*, 2012, 25(2): 51-60.
- [51] 陆正飞, 杨德明. 商业信用: 替代性融资, 还是买方市场?. *管理世界*, 2011, 27(4): 6-14, 45.
- LU Zhengfei, YANG Deming. The commercial credit: alternative financing or buyer's market?. *Journal of Management World*, 2011, 27(4): 6-14, 45.
- [52] HE J, TIAN X. Finance and corporate innovation: a survey. *Asia-Pacific Journal of Financial Studies*, 2018, 47(2): 165-212.
- [53] BARON R M, KENNY D A. The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1986, 51(6): 1173-1182.
- [54] 陈诗一, 陈登科. 雾霾污染、政府治理与经济高质量发展. *经济研究*, 2018, 53(2): 20-34.
- CHEN Shiyi, CHEN Dengke. Air pollution, government regulations and high-quality economic development. *Economic Research Journal*, 2018, 53(2): 20-34.
- [55] 俞红海, 徐龙炳, 陈百助. 终极控股股东控制权与自由现金流过度投资. *经济研究*, 2010, 45(8): 103-114.
- YU Honghai, XU Longbing, CHEN Baizhu. The control right of ultimate controlling shareholder and overinvestment of free cash flow. *Economic Research Journal*, 2010, 45(8): 103-114.

Green Bonds and Corporate Technological Innovation

CHEN Xingxing¹, SONG Xianzhong², QI Yu³

1 School of Economics and Management, Wuyi University, Jiangmen 529020, China

2 School of Management, Jinan University, Guangzhou 510632, China

3 School of Management, Guangdong Polytechnic Normal University, Guangzhou 510665, China

Abstract: On the path of exploring a win-win situation for the economy and the environment, the formulation, implementation, and evaluation of environmental policies are indispensable. Environmental policies take many forms, among which green bond is one of the market-oriented environmental policies in China. The emergence and development of green bonds in China have obvious top-down institutionalized characteristics, reflecting the government's determination to achieve sustainable economic and social development and dual-carbon goals. After years of development, whether the policy of green bonds is effective is worth exploring.

This study focuses on green bonds, discusses its dual attributes of “bond financing” and “environmental friendliness”, analyzes the formation of their direct effects and spillover effects, and discusses the policy effects of green bonds from the perspective of corporate technological innovation. This study takes non-financial corporate credit bond issuers from 2016 to 2019 as main samples and empirically tests whether and how green bonds affect the technological innovation level of enterprises.

The findings show that green bond insurance can promote a bond issuer's green innovation level and non-green innovation level through both direct effects and spillover effects. This study also finds that the above-mentioned effect is more pronounced when the bond issuer is located in a region with better environmental governance or a higher financial marketization index, and when the external financing demand of enterprises before issuing bonds is stronger, the promotion effect of issuing green bonds on their technological innovation level is more obvious.

From the perspective of green bonds, this study expands the research framework of market-guided environmental policies, supplements the micro-evidence on the consequences of corporate environmental behavior, provides a decision-making basis for relevant players in the green bond market, and offers suggestions for improving the relevant system of green bonds and constructing the implementation and evaluation system of market-oriented environmental policies.

Keywords: green bonds; market-oriented environmental policy; corporate technological innovation; direct effects; spillover effects

Received Date: March 30th, 2022 **Accepted Date:** September 7th, 2022

Funded Project: Supported by the Science Foundation for Young Scholars of Wuyi University (507170030404), the Guangzhou Social Science Development “14th Five-Year” Plan Yangcheng Young Scholars Project (2022GZQN03), and Guangzhou Philosophy and Social Sciences Plan 2021 Annual Project (2021GZQN05)

Biography: CHEN Xingxing, doctor in management, is a lecturer in the School of Economics and Management at Wuyi University. Her research interests cover green investment and financing, corporate social responsibility, and environmental accounting. Her representative paper titled “Green credit constraint, commercial credit and corporate environmental governance” was published in the *Studies of International Finance* (Issue 12, 2019). E-mail: chenxingxing@wyu.edu.cn

SONG Xianzhong, doctor in economics, is a professor in the School of Management at Jinan University. His research interests cover corporate governance, corporate social responsibility, and digital economy. His representative paper titled “Corporate social responsibility disclosure and stock price crash risk — based on information effect and reputation insurance effect” was published in the *Journal of Financial Research* (Issue 4, 2017). E-mail: tsxz@jnu.edu.cn

QI Yu, doctor in management, is an associate professor in the School of Management at Guangdong Polytechnic Normal University. Her research interests include corporate institution and corporate governance, enterprise low-carbon and green development. Her representative paper titled “The allocation logic of equity ownership and control rights from equivalence to non-equivalence: an empirical test of listed companies with mixed-ownership under the supervision of SASAC” was published in the *Economic Research Journal* (Issue 5, 2018). E-mail: qiyu1213@gpnu.edu.cn

□

(责任编辑: 李祎博)