



企业绿色创新与债券融资成本

武恒光, 徐艳丽, 王 萌
山东财经大学 会计学院, 济南 250014

摘要: 金融市场在企业融资过程中扮演着重要的角色,而出色的绿色创新也能得到金融市场的认可。关于绿色创新与金融市场的实证研究尚不多见,且鲜有研究关注债券市场这一重要金融基础设施中利益相关者对绿色创新行为的态度。作为支持经济绿色化转型的重要制度安排,债券市场能否运用价格信号引导资金流向优势绿色创新企业,债券市场投资者能否对企业开展的绿色创新活动进行合理评估和定价,都是值得深入探讨的问题。

从债券发行角度,实证检验企业绿色创新对债券融资成本的影响,借以探讨绿色创新能否被债券市场合理定价,从债项评级和产品市场竞争能力两个维度提出中介机制,并进行多视角下的异质性分析。利用2007年至2020年中国上市企业债券发行的数据,以信用利差表示债券融资成本,以绿色专利申请数量和绿色专利获得数量测量企业绿色创新,构建多元回归模型,并通过一系列稳健性检验,保证结果稳健性。

研究表明,绿色创新显著降低企业债券融资成本,可能的作用机制在于,在债券信用评级市场,企业绿色创新提高信用评级机构对于债券的信用评级,进而降低债券融资成本;在企业产品市场,绿色创新提高产品市场竞争能力,进而降低债券融资成本。进一步分析表明,与绿色实用新型专利相比,绿色发明专利具有更强的降低债券融资成本的效应;策略性绿色专利行为越多,债券融资成本越高。异质性分析结果表明,与属于低污染行业、成熟期、融资约束较小和国有性质的上市企业相比,属于高污染行业、非成熟期、融资约束较大和非国有性质的上市企业,开展绿色创新具有更强的降低债券融资成本的效应。

通过考察绿色创新对企业债券融资成本的影响,丰富了绿色创新经济后果的研究,对绿色创新经济后果领域的完善做出了一定的贡献;拓展了债券融资成本方面的研究,从企业绿色创新视角对债券融资成本的影响因素进行了补充;印证了在当前中国资本市场中,企业树立绿色环保理念、探索绿色创新之路的重要性,以及构建功能健全、目的具体、保障全面的绿色创新机制的迫切性。

关键词: 绿色创新; 金融市场; 债券融资成本; 债项评级; 产品市场竞争能力

中图分类号: F275 **文献标识码:** A **doi:** 10.3969/j.issn.1672-0334.2022.05.003

文章编号: 1672-0334(2022)05-0035-16

引言

协同推动经济增长和环境保护、实现“金山银山”和“绿水青山”,事关中国高质量发展全局。在习近平总书记“创新、协调、绿色、开放、共享”五大发展

理念引领下,绿色创新成为推动高质量发展的重要方式。尽管绿色创新伴随着较高的不确定性风险和成本,但企业已经逐渐意识到绿色创新的重要作用。一方面,在推进高质量发展的倡导下以及对高污染

收稿日期: 2022-03-30 **修返日期:** 2022-09-06

基金项目: 山东省自然科学基金(ZR2022MG014); 国家社会科学基金(20BGL084)

作者简介: 武恒光, 管理学博士, 山东财经大学会计学院教授, 研究方向为资本市场审计和公司财务等, 代表性学术成果为“债券市场参与者关注公司环境信息吗? ——来自中国重污染上市公司的经验证据”, 发表在2016年第9期《会计研究》, E-mail: hgwu@sdufe.edu.cn

徐艳丽, 管理学博士, 山东财经大学会计学院讲师, 研究方向为资本市场审计和公司治理等, 代表性学术成果为“不签署审计报告的审计团队成员影响审计质量吗?”, 发表在2020年第4期《审计研究》, E-mail: yallie@163.com

王萌, 山东财经大学会计学院硕士研究生, 研究方向为资本市场审计和公司财务等, E-mail: Wang_meng77@163.com

企业监管和处罚的双重制约下,“全民绿色”的大环境已然形成,企业及其管理者均在不断地寻求转型;另一方面,不管是上下游企业及企业合作伙伴,还是投资者及其他利益相关者,都对企业绿色创新行为给予高度认可和评价,市场对绿色创新企业给予了更多的风险补偿。企业只有在创新过程中能够获得足够的补偿和回报,才会有意愿和动力持续进行绿色创新,也即形成创新转型-风险补偿-持续创新的正向循环。

中国高速发展的债券市场为经济绿色化转型搭建了广阔的平台。十九大报告提出“构建市场导向的绿色技术创新体系,发展绿色金融”,绿色创新离不开金融支持,企业作为推动绿色创新的中坚力量,通过金融市场激发企业绿色创新活力、提升绿色创新效率,是践行十九大报告绿色创新体系的关键路径。截至2021年底,中国债券市场存量规模达到130.40万亿元人民币,专门投向绿色项目的绿色债券2.13万亿元人民币,位居全球第二;尤其是七部委印发《关于构建绿色金融体系的指导意见》,作为绿色创新直接融资的制度安排,债券市场的重要性愈加凸显。

风险补偿在债券市场中体现为投资者的正面反馈和优势定价,也即债券融资成本的降低。如果债券市场能够运用价格信号引导资金流向优势绿色创新企业,将有助于提升企业信心,激励企业自主、持续地开展绿色创新。因此,探究债券市场投资者如何评估企业开展绿色创新活动、能否对企业的绿色创新状况给予合理定价是自然且至关重要的问题。鉴于此,本研究考察绿色创新对债券融资成本的影响,实证检验中国债券市场投资者能否对企业绿色创新行为给予优势定价;在此基础上,探讨绿色创新降低债券融资成本的重要路径,对绿色创新降低债券融资成本的中介机制进行检验。

1 相关研究评述

绿色创新与日益严重的环境压力和技术进步相伴而生。从20世纪90年代开始,学术界陆续出现关于绿色创新的一系列研究^[1]。由于研究议题的差异,不同研究对绿色创新的定义有所差别。通常来说,绿色创新主要指绿色技术创新,并且具有节约资源和改善环境的特征^[2]。绿色创新区别于传统创新活动的典型特征在于双重价值贡献^[2],企业开展绿色创新,不仅能够降低环境成本,产生环境绩效,而且能够积累正面外部评价,形成竞争优势,从而实现长期收益。

尽管绿色创新伴随着短期的业绩压力,但管理者已经意识到绿色创新对企业发展的作用。因此,在研究早期,关于绿色创新的问题主要集中于其对企业经营活动和环保行为的影响。已有研究发现,绿色创新可以促进企业提升环境绩效水平^[3],研发低碳环保产品、减少运营成本^[4],为消费者提供差异化的产品和服务以有利于吸引更多的客户^[5],供应商也

更愿意与绿色创新企业建立合作关系。CHAN et al.^[6]的实证结果表明,绿色创新能够提升企业绩效,获得市场认可。

不仅是供应商和客户,股东和债权人对绿色创新的态度和行为也十分值得关注。近年来,社会各界逐渐意识到金融市场对于绿色创新的重要性,相继有研究表明,投资者及其他利益相关者对企业绿色创新行为给予高度认可。虽然由于具有较强的环境外部性^[7],绿色创新无法带来短期的经济利润^[5],但是绿色创新具备环境效益和长期经济效益的双重价值贡献^[2]。BAE et al.^[8]认为,越是被投资者密切关注的信息就越容易引起市场反应。在国家战略的引领以及“全民绿色”的氛围下,绿色创新获得了市场更高的关注^[2]。BA et al.^[9]研究汽车制造商的环境创新公告带来的市场反应,结果表明,关键的绿色产品开发决策对企业的市场价值产生直接影响;方先明等^[2]和刘柏等^[5]的研究均表明,中国上市企业能够获得绿色创新溢酬,即企业绿色创新可以促进股票收益的提升。

通过回顾已有研究发现,目前关于绿色创新与金融市场关系的实证研究尚不多见。既有的少数研究仅关注股票市场投资者对绿色创新行为的反应,忽略了重要金融基础设施债券市场中利益相关者对绿色创新行为的态度。虽然有部分研究关注了整个生态环境对债券市场的影响^[10-11],也有部分研究发现企业披露环境信息、承担社会责任受到中国债券市场投资者的认可^[12-13]。但几乎没有研究考察债券市场的绿色创新问题,缺乏从债券融资成本角度的绿色创新后果研究。作为兼具投资者和债权人双重身份的债券持有人,与股东和管理层综合考量绿色创新的高风险、长期高收益不同,理性的债券投资者可能更关注绿色创新引致的下行风险。这表明,在管理层行为和股票市场之外,探讨债券市场的反应和债券融资成本具有增量价值和意义。

2 理论分析和研究假设

2.1 绿色创新与债券融资成本

绿色创新需要金融市场的认可,绿色创新与债券融资成本的关系反映了债券市场能否运用价格信号引导资金流向优势绿色创新企业,以及债券市场投资者能否对企业开展的绿色创新活动进行合理评估。因此,本研究首先关注绿色创新对债券融资成本的影响。

绿色创新具有与传统创新活动相似的高风险,且由于较强的环境外部性^[7],无法与传统创新一样带来短期经济利润^[5]。从创新成果落地,到转变为盈利能力,再到获得经济利润要经过一段相当长的时间^[14],这个过程越漫长,投资者面临的风险也越大。债券融资成本是发债企业财务健康状况的市场反应,反映了债券市场中利益相关者对绿色创新行为的态度和定价,也即债券投资者对绿色创新引致的风险与收益的权衡。

尽管存在风险,但风险补偿假说认为,在无法规避风险的情况下,提高创新项目和绿色项目的风险回报可以补偿风险^[15]。在推进高质量发展的倡导下以及对高污染企业监管和处罚的双重制约下,“全民绿色”的大环境已然形成。绿色创新有利于抢占绿色竞争优势,是企业承担社会责任的表现,而且向外界传递出正向积极的信号,市场对绿色创新企业给予了更多的风险补偿,债券投资者倾向于对企业绿色创新行为给予高度认可和评价,体现为债券融资成本的降低。

首先,绿色创新采用绿色工艺创新技术等方式^[2],通过塑造企业绿色形象和发挥技术先动性使企业获得品牌优势、技术优势和市场优势^[16],进而实现经济绩效和环境绩效双重目标^[17],有利于提高市场竞争能力,抢占绿色竞争优势,吸引更多投资者的关注。企业在产品市场上具有竞争优势,意味着其应对冲击、抵御风险的能力更强,是其在债券市场上财务稳健的保证,这种保证使债券投资者的投资风险降低,从而投资者愿意以较低的补偿收益率去获得该发债主体的债券,也即债券的融资成本降低。

其次,企业进行绿色创新是其承担社会责任的表现,有利于其在债券投资者心中树立有责任、有担当的良好形象。NAJAH et al.^[18]研究发现,社会责任高的企业能够获得更高的债券信用评级;周宏^[19]认为,勇于承担社会责任的企业,发债时的信用利差会更低。而且与只是单纯披露绿色信息但不一定将之付诸实践的企业相比,这些具有绿色创新行为的企业已经取得了相关的绿色专利成果,正在用实际行动响应环境保护政策,这会大大提升投资者的好感度。汪平等^[20]的研究结果也证实了这一点,即对于企业大力研究与开发的举措,投资者会做出积极反馈,而这一反馈能够起到降低融资成本的作用。因此,绿色创新可以满足投资者的社会责任偏好,减少投资者对企业未来运营不确定性的疑虑,进而降低债券融资成本。

最后,基于信号传递理论,企业进行绿色创新的行为向外界传递出正向的、积极的信号。从信息不对称理论角度,信息质量反映了信息不对称对信用风险进而对债券价值的影响^[13]。周宏等^[21]研究发现,缓解企业与投资者之间的信息不透明性,可以降低债券融资成本。在环境问题频发以及推进高质量发展的倡导下,企业进行绿色创新这一行为有利于缓解投资者的环境信息不对称程度,提升信息透明度以及信用风险预测的准确度,从而降低债券投资者估计的风险,减少债券融资成本。

基于以上分析,本研究提出假设。

H₁ 企业进行绿色创新可以降低其债券融资成本。

2.2 中介效应: 债项评级

1997年,中国人民银行认定了9家债券评级机构拥有企业债券信用评级资格。2003年,证监会明文要求债券发行人应当聘请具备资质的评级机构进行

债券发行评级,同时将评级机构出具的评级报告进行公开。2005年之后,中国债券市场迅速发展,债券评级市场也紧跟其步伐,不断升级。信用评级机构有助于减少债券市场上广泛发生的信息不对称现象,缓解逆向选择和道德风险问题,因此其公信力和影响不容小觑。

已有研究发现,证券分析师和机构投资者会关注企业的创新情况和环境信息披露^[22-23]。专家型金融中介通过影响投资者的信息搜寻、获得和解读,驱动证券价格波动^[24]。信用评级机构作为重要的专家型金融中介,通过挖掘并解读发债主体绿色创新的相关信息,对债券发行主体展开信用评级。根据已有的债券融资成本的相关研究,信用评级作为重要的信息鉴证和传递制度安排,能够提高信息可信度^[25-27],并可以提供增量信息^[28],从而对债券融资成本产生影响。

首先,由于绿色创新的正外部性,债券信用评级得以提高。上文提到,企业进行绿色创新有利于抢占绿色竞争优势,可以向外界传递积极信号,缓解信息不对称对信用风险的影响,提升债项评级。而且,企业进行绿色创新是承担社会责任的体现。已有研究表明,社会责任高的企业能够获得更高的债券评级^[20]。企业进行绿色创新,可以达到环境、经济和社会效益相统一的目的,获得相关评级机构的支持并赢得信任。评级机构也凭借其信息挖掘和解读能力以及专业判断力来识别企业进行绿色创新带来的正面效应,并给予更高的信用评级。其次,高信用评级有利于债券发行人降低融资成本。何平等^[29]认为,信用评级越高的债券越受到投资者的青睐,从而具有越小的发行成本;而且JIANG^[30]和方红星等^[31]都发现信用评级与债券融资成本之间有显著的负向关系,即较高的评级通常会降低债券的融资成本。所以,债项评级的影响机制是:企业进行绿色创新提高信用评级机构对于债券的信用评级,进而降低债券融资成本。

基于以上分析,本研究提出假设。

H₂ 绿色创新通过提高债券的信用评级降低债券融资成本。

2.3 中介效应: 产品市场竞争能力

产品市场竞争能力是企业赖以生存和发展的核心竞争力,市场竞争理论认为,企业相对于供应商和客户的议价能力及其在该行业现有企业中的竞争地位反映了其在产品市场上的竞争能力。只有在行业中形成强大的竞争优势,才能实现可持续发展,达到高盈利水平^[32]。

首先,企业进行绿色创新,可以提高其在产品市场的竞争能力。绿色创新企业采用绿色工艺创新技术等方式^[2],不仅开发形成传统意义上的技术类绿色创新,还逐渐具备组织、制度等系统性的绿色创新,彰显出企业科技水平的导向性和现代性。独特性的产品和具有竞争力的品牌,使企业具有更强的议价能力,更强化自身竞争优势,进而有助于扩大市场份

额,提高产品市场竞争能力。而且绿色创新是企业承担社会责任的体现,不管是上下游企业及其他合作伙伴,还是投资者及其他利益相关者,都对企业绿色创新行为给予高度认可和评价,进而提升了企业在产品市场上的竞争能力。

其次,提高产品市场竞争能力有助于降低债券融资成本。这是因为,企业在产品市场上具有较强的竞争能力,意味着企业抵御风险、应对冲击的能力更强,未来利润的波动较小,有利于提高投资者的交易积极性和交易量^[33]。对于债券投资者,一方面,投资风险更低,债券发生违约的可能性更小,投资者要求的风险溢价就会越低,预期其债券融资成本越低;另一方面,投资者交易的积极性和交易量提高,进而提升证券信息含量^[34],绿色创新这一利好信息也能更好地反映到债券价格中,有助于降低债券融资成本。所以,产品市场竞争能力的影响机制是:企业进行绿色创新提高产品市场竞争能力,进而降低债券融资成本。

基于以上分析,本研究提出假设。

H₃ 绿色创新通过提高产品市场竞争能力降低债券融资成本。

3 研究设计

3.1 样本选择

本研究以2006年至2019年上市企业的绿色专利数据和2007年至2020年沪深A股上市企业发行的债券为样本,基于研究模型,绿色专利数据样本比债券样本早1年。考虑到2005年正式启动股权分置改革、2006年颁布上市企业新会计准则、2007年开始发展中国债券市场等一系列环境因素,本研究选择2007年为研究起点。本研究对样本做以下处理:①剔除被ST、*ST和PT处理的样本;②剔除金融行业的样本;③剔除相关变量缺失的样本;④对所有连续变量进行上下1%的缩尾处理。最终,得到4244个样本数据。

绿色专利数据来自中国研究数据服务平台(CNRDS),并利用国家知识产权局专利检索及分析系统(pss-system.cnipa.gov.cn)检索信息进行验证;债券相关数据来自万得数据库和同花顺数据库,企业特征相关数据来自国泰安数据库。

3.2 变量定义

3.2.1 被解释变量: 债券融资成本

已有研究表明,测量债券融资成本的方式有:①票面收益率法,利用债券的票面利率或者追踪发行后1年至到期日的到期收益率计算债券融资成本^[35];②真实利息成本法,以本金和利息折算到发行时的折现率计算债券融资成本^[29];③信用利差法,用债券的票面利率减去无风险利率(即同期限国债收益率)计算债券融资成本^[29,36]。

考虑到研究对象是一级市场的债券,债券发行价格为票面价值,债券的真实利率等于其发行时票面利率,而信用利差是个体融资成本超出无风险利率

的那部分风险,剔除无风险利率可以排除宏观经济环境变化的影响,并且基于风险的视角进行探讨,可以揭示融资成本的本质。因此,本研究采用中国学者使用较多的信用利差法。如果不存在同期限国债收益率,借鉴赵静等^[37]的方法,通过线性插值法进行计算。

3.2.2 解释变量: 绿色创新

绿色专利是官方认定的绿色创新的主要呈现形式,绿色专利制度也是国家推动绿色创新的重要手段^[2]。专利申请数据比专利获得数据更能及时反映企业创新情况^[38],而专利获得数据更能体现被国家知识产权局认可并可以投入使用的专利数量^[9]。因此,本研究同时选用绿色专利申请数量和绿色专利获得数量测量绿色创新。

3.2.3 中介变量

本研究分别考察债项评级和产品市场竞争能力的中介效应。

关于债项评级,借鉴JIANG^[30]和武恒光等^[12]的做法,根据债券发行时各专业信用评级机构对各发行主体的主体信用评级,对企业主体信用评级进行赋值,将从AAA到BBB评级转换为评级数字,数字越大表示评级越高。已有关于债券信用利差的研究将债券评级纳入控制变量中时均采用这种赋值的方法^[39-41]。

关于产品市场竞争能力,借鉴魏志华等^[32]的研究,采用企业产品的市场销售份额测量,份额越大表明竞争能力越强。采用企业当年营业收入除以当年行业内所有企业的营业收入总和计算市场销售份额。

3.2.4 控制变量

为了控制其他因素对债券融资成本的影响,借鉴相关研究,设置如下控制变量:在债券特征方面,控制债券规模、债券期限、是否有担保;在企业特征方面,控制企业规模、资产负债率、净资产收益率、经营性现金流比率、上市年龄、第一大股东持股比例、是否由“四大”审计、产权性质。

变量定义见表1。

3.3 实证模型

为了分析绿色创新对债券融资成本的影响,本研究采用OLS模型对假设进行检验,构建的模型为

$$CS_{j,i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 Pa_{i,t-1} + \alpha_m ConB_{m,j,i,t} + \alpha_n ConF_{n,i,t-1} + Ind + Yea + \varepsilon_{j,i,t} \quad (1)$$

其中, j 为债券; i 为公司; t 为年; $Pa_{i,t-1}$ 为企业绿色创新,分别为绿色专利申请数量和绿色专利获得数量; $ConB_{m,j,i,t}$ 为债券特征控制变量; $ConF_{n,i,t-1}$ 为企业特征控制变量; Ind 为行业固定效应; Yea 为年度固定效应; α_0 为常数项, α_1 、 α_m 和 α_n 为回归系数, m 为债券特征控制变量序号, $m=2,3,4$, n 为企业特征控制变量序号, $n=5,6,\dots,12$; $\varepsilon_{j,i,t}$ 为扰动项。如果 α_1 显著为负,则H₁得到验证。实证分析均使用异方差稳健标准误,以消除异方差的影响。

表1 变量定义
Table 1 Definitions of Variables

变量类型	变量名称	变量符号	变量定义
被解释变量	债券融资成本	<i>CS</i>	债券发行时的票面利率与同期发行的同期限国债收益率之差, 如果不存在同期限国债收益率, 用线性插值法计算得到的国债收益率代替
解释变量	绿色专利申请数量	<i>Paa</i>	当年申请的绿色专利数量加1后取对数
	绿色专利获得数量	<i>Pag</i>	当年获得的绿色专利数量加1后取对数
中介变量	债项评级	<i>BonR</i>	债券信用评级 AAA 取值为 8, AA+ 取值为 7, AA 取值为 6, AA- 取值为 5, A+ 取值为 4, A 取值为 3, A- 取值为 2, BBB 取值为 1, 其他的取值为 0
	产品市场竞争能力	<i>MS</i>	企业当年营业收入除以当年行业内所有企业的营业收入总和
控制变量	债券规模	<i>BonS</i>	债券发行总额的自然对数, 单位为元
	债券期限	<i>BonT</i>	债券发行期限的自然对数, 单位为天
	是否有担保	<i>Sec</i>	债券有担保时取值为1, 否则取值为0
	企业规模	<i>Siz</i>	年末总资产的自然对数, 单位为亿元
	资产负债率	<i>Lev</i>	负债总额与资产总额的比率
	净资产收益率	<i>Roe</i>	净利润与股东权益平均余额的比率
	经营性现金流比率	<i>Cfo</i>	经营活动现金净流量与总资产的比率
	上市年龄	<i>Age</i>	(会计年度 - 上市年度 + 1)取自然对数
	第一大股东持股比例	<i>Fst</i>	第一大股东持股数量占股本总额的比例
	是否由“四大”审计	<i>Big4</i>	由“四大”会计师事务所审计取值为1, 否则取值为0
	产权性质	<i>Soe</i>	控股股东为政府或国有企业取值为1, 否则取值为0

4 实证结果和分析

4.1 描述性统计

表2给出主要变量的描述性统计结果。债券融资成本均值为2.276, 标准差为1.149, 与武恒光等^[42]的数据分析相近。反映绿色创新的两个解释变量的75%分位数分别为1.946和1.609, 25%分位数均为0, 相差较大, 反映了当前中国上市企业参差不齐、两极分化的绿色创新水平, 与曹廷求等^[43]的研究结果相似; 两者的均值分别为1.150和0.915, 表明上市企业申请的绿色专利数量比获得的绿色专利数量多一些。债项评级均值为5.905, 表明企业发行债券的债项评级整体较高, 主要集中在AA级和AA+级; 产品市场竞争能力均值为0.109, 标准差为0.190, 说明企业竞争能力存在较高的异质性, 与魏志华等^[32]和顾小龙等^[44]的发现基本一致。

控制变量方面, 债券规模的均值为20.447; 债券期限的均值为6.768; 是否有担保的均值为0.126, 说明样本企业中绝大多数债券没有进行担保。其他控制变量的描述性统计结果与已有研究的结果基本一致。

4.2 相关性分析

表3给出了变量之间的相关系数, 结果表明, 绿色专利申请数量和绿色专利获得数量与债券融资成本的相关系数分别为-0.254和-0.248, 均在1%水平上显著, H_1 得到初步验证。本研究进行VIF检验, 方差膨胀因子均小于10, 不存在明显的多重共线性问题, 可以进行多元线性回归。

4.3 主要回归结果

4.3.1 绿色创新对债券融资成本的影响

表4给出绿色创新对债券融资成本的回归结果。由表4可知, 绿色专利申请数量对债券融资成本的回归系数为-0.054, 在1%水平上显著; 绿色专利获得数量对债券融资成本的回归系数为-0.036, 在1%水平上显著。以上结果说明绿色创新显著降低了企业债券融资成本, H_1 得到验证。

控制变量方面, 本研究遵循已有研究方法, 在基准回归中将债项评级加入模型。对绿色专利申请数量与绿色专利获得数量的回归中, 控制变量的回归结果基本一致, 以绿色专利申请数量为例, 债券规模与债券融资成本显著负相关, 相关系数为-0.189, 表

表2 描述性统计结果
Table 2 Results for Descriptive Statistics

变量	均值	标准差	25%分位数	中位数	75%分位数
CS	2.276	1.149	1.438	2.018	2.977
Paa	1.150	1.438	0	0.693	1.946
Pag	0.915	1.260	0	0	1.609
BonR	5.905	1.649	4	6	8
MS	0.109	0.190	0.008	0.035	0.120
BonS	20.447	0.899	19.807	20.436	21.060
BonT	6.768	0.741	5.900	6.999	7.510
Sec	0.126	0.332	0	0	0
Siz	5.614	1.479	4.468	5.416	6.661
Lev	0.608	0.147	0.504	0.625	0.721
Roe	0.082	0.081	0.043	0.084	0.126
Cfo	0.034	0.060	0.004	0.035	0.069
Age	2.978	0.323	2.773	3.091	3.219
Fst	0.379	0.163	0.251	0.366	0.497
Big4	0.201	0.401	0	0	0
Soe	0.608	0.488	0	1	1

注：样本观测值为4 244。

明债券规模越大, 债券融资成本越小; 债券期限与债券融资成本显著正相关, 相关系数为0.347, 说明债券期限越长, 投资者面临的债券违约风险越高, 要求的风险补偿会越多, 从而增加债券融资成本。债项评级与债券融资成本显著负相关, 相关系数为-0.158, 表明债项评级越高, 信用评级机构越认可这一债券, 缓解投资者与企业之间的信息不对称, 使债券融资成本下降。企业规模、净资产收益率、经营性现金流比率、是否由“四大”审计和产权性质的回归系数均显著为负, 是否有担保和资产负债率的回归系数显著为正, 表明企业经营风险低、盈利能力越强, 债券融资成本越低。

4.3.2 债项评级的中介效应

本研究借鉴温忠麟等^[45]的做法, 构建检验债项评级的影响机制是否成立的模型, 即

$$BonR_{j,i,t} = \alpha'_0 + \alpha'_1 Pa_{i,t-1} + \alpha'_m ConB_{m,j,i,t} + \alpha'_n ConF_{n,i,t-1} + Ind + Yea + \varepsilon'_{j,i,t} \quad (2)$$

$$CS_{j,i,t} = \alpha''_0 + \alpha''_1 Pa_{i,t-1} + \alpha''_2 BonR_{j,i,t} + \alpha''_m ConB_{m,j,i,t} + \alpha''_n ConF_{n,i,t-1} + Ind + Yea + \varepsilon''_{j,i,t} \quad (3)$$

其中, α'_0 和 α''_0 为常数项; α'_1 、 α'_m 、 α'_n 、 α''_1 、 α''_2 、 α''_m 和 α''_n 为回归系数, 在(3)式中 $m = 3, 4, 5$, $n = 6, 7, \dots, 13$; $\varepsilon'_{j,i,t}$ 和 $\varepsilon''_{j,i,t}$ 为扰动项。

采用(1)式~(3)式, 表5给出债项评级的中介效

应检验结果。由(1)列和(2)列可知, 绿色专利申请数量和绿色专利获得数量与债券融资成本均在1%水平上显著负相关, 回归系数分别为-0.059和-0.042。由(3)列和(4)列可知, 绿色专利申请数量和绿色专利获得数量与债项评级均在1%水平上显著正相关, 回归系数均为0.034, 表明企业进行绿色创新会提高债项评级。由(5)列和(6)列可知, 债项评级与债券融资成本在1%水平上显著负相关, 回归系数分别为-0.158和-0.160, 表明较高的债项评级导致较低的债券融资成本, 这源于债项评级越高, 信用评级机构越认可这一债券, 缓解投资者与企业之间的信息不对称, 使债券融资成本下降; 且绿色专利申请数量和绿色专利获得数量的回归系数的绝对值小于(1)列和(2)列中二者的回归系数, 说明债项评级在绿色创新与债券融资成本的关系中起部分中介作用。

以上结果说明, 企业进行绿色创新提高了信用评级机构对于债券的信用评级, 进而降低债券融资成本, H_2 得到验证。

4.3.3 产品市场竞争能力的中介效应

借鉴魏志华等^[32]的研究, 本研究进一步考察产品市场竞争能力的中介效应, 与债项评级类似, 通过构建中介效应模型检验该中介机制是否成立。未考虑中介效应时的基本回归结果见表5的(1)列和(2)列, 本部分不再列示。

表 3 相关系数
Table 3 Correlation Coefficients

	CS	Paa	Pag	BonR	MS	BonS	BonT	Sec	Siz	Lev	Roe	Cfo	Age	Fst	Big4	Soe
CS	1															
Paa	-0.254***	1														
Pag	-0.248***	0.899***	1													
BonR	-0.177***	0.236***	0.231***	1												
MS	-0.051***	0.090***	0.101***	-0.057***	1											
BonS	-0.363***	0.335***	0.335***	0.369***	0.029*	1										
BonT	-0.028*	0.100***	0.105***	0.852***	-0.073***	0.280***	1									
Sec	0.078***	-0.076***	-0.065***	0.281***	-0.031**	-0.008	0.310***	1								
Siz	-0.340***	0.467***	0.454***	0.461***	-0.021	0.711***	0.246***	-0.136***	1							
Lev	0.108***	0.069***	0.069***	0.155***	-0.068***	0.206***	0.097***	-0.026*	0.454***	1						
Roe	-0.101***	-0.039**	-0.035**	0.051***	0.018	0.075***	0.041***	-0.029*	0.100***	-0.085***	1					
Cfo	-0.279***	0.092***	0.113***	-0.004	0.092***	0.094***	-0.041***	-0.059***	0.044***	-0.248***	0.121***	1				
Age	-0.030*	-0.162***	-0.153***	-0.038**	-0.021	0.060***	-0.036**	-0.011	0.008	0.104***	-0.003	0.050***	1			
Fst	-0.227***	0.140***	0.163***	0.104***	-0.028*	0.322***	0.052***	0.060**	0.273***	0.009	0.089***	0.128***	-0.087***	1		
Big4	-0.280***	0.279***	0.282***	0.192***	0.069***	0.371***	0.089***	-0.054***	0.435***	0.069***	0.069***	0.167***	-0.111***	0.192***	1	
Soe	-0.458***	0.138***	0.148***	0.110***	-0.039**	0.238***	0.015	0.035**	0.210***	0.077***	-0.085***	0.171***	0.213***	0.277***	0.157***	1

注: ***为在1%水平上显著, **为在5%水平上显著, *为在10%水平上显著, 双尾检验, 下同。

表4 绿色创新与债券融资成本的回归结果

变量	CS	
	(1)	(2)
<i>Paa</i>	-0.054*** (-4.445)	
<i>Pag</i>		-0.036*** (-2.774)
<i>BonR</i>	-0.158*** (-8.288)	-0.160*** (-8.393)
<i>BonS</i>	-0.189*** (-8.369)	-0.190*** (-8.374)
<i>BonT</i>	0.347*** (9.212)	0.352*** (9.328)
<i>Sec</i>	0.126*** (2.754)	0.129*** (2.823)
<i>Siz</i>	-0.096*** (-4.918)	-0.108*** (-5.597)
<i>Lev</i>	1.866*** (16.098)	1.907*** (16.492)
<i>Roe</i>	-0.842*** (-4.452)	-0.814*** (-4.279)
<i>Cfo</i>	-1.792*** (-7.073)	-1.790*** (-7.066)
<i>Age</i>	0.054 (1.169)	0.066 (1.439)
<i>Fst</i>	0.096 (1.056)	0.110 (1.210)
<i>Big4</i>	-0.163*** (-4.779)	-0.166*** (-4.861)
<i>Soe</i>	-0.874*** (-24.882)	-0.878*** (-25.003)
常数项	4.360*** (9.556)	4.334*** (9.485)
行业和年度	控制	控制
样本观测值	4 244	4 244
调整的 R^2	0.469	0.468

注：括号内数据为稳健标准误，下同。

表6给出产品市场竞争能力的中介效应检验结果。由(1)列和(2)列可知，绿色专利申请数量和绿色专利获得数量与产品市场竞争能力均在1%水平上显著正相关，回归系数分别为0.010和0.014，表明企业进行绿色创新会提高产品市场竞争能力。由(3)列和(4)列可知，产品市场竞争能力与债券融资成

本在1%水平上显著负相关，回归系数分别为-0.252和-0.258，表明较高的市场竞争能力导致较低的债券融资成本；且绿色专利申请数量和绿色专利获得数量的回归系数的绝对值小于表5中(1)列和(2)列二者的回归系数，说明产品市场竞争能力在绿色创新与债券融资成本的关系中起部分中介作用。

以上结果表明，企业进行绿色创新提高了产品市场竞争能力，进而降低债券融资成本， H_3 得到验证。

5 稳健性检验

5.1 是否有绿色创新行为

上文使用专利数量测量绿色创新，本部分采用是否有绿色专利作为替代变量。以是否申请绿色专利(*PaaD*)作为绿色专利申请数量的替代变量，将申请绿色专利的企业赋值为1，没有申请绿色专利的企业赋值为0；绿色专利获得情况(*PagD*)也进行同样处理。

表7给出是否有绿色创新行为与债券融资成本的回归结果。由表7可知，*PaaD*与债券融资成本在1%水平上显著负相关，回归系数为-0.188；*PagD*与债券融资成本在1%水平上显著负相关，回归系数为-0.108。表明企业具有绿色创新行为会降低其发行债券的融资成本，进而验证了前述结果的稳健性。

5.2 对二级市场的影响

上文主要关注绿色创新对一级市场中债券融资成本的影响，本研究进一步考察绿色创新对二级市场现有债券持有者的影响。运用2007年至2020年中国二级市场信用债数据进行稳健性检验，二级市场的样本观测值为6 547个。借鉴王雄元等^[46]的研究，采用二级债券市场中信用债年底到期收益率减年底相同剩余期限国债收益率测量债券信用利差。

表8给出绿色创新对二级市场现有债券持有者的影响，*Paa*和*Pag*的回归系数均显著为负，说明企业进行绿色创新会降低二级债券市场的债券信用利差，补充验证了前述结果的稳健性。

5.3 滞后效应检验

本研究在主回归分析中使用滞后1期的债券信用利差与绿色专利申请数量和绿色专利获得数量进行检验。借鉴陈斌开等^[47]的研究，考虑到债券信用利差对绿色专利的影响可能存在滞后效应，同时为缓解反向因果的可能性和保证结果的稳健性，在此分别报告了解释变量同期、滞后2期和滞后3期的回归结果，回归结果见表9。

由表9可知，无论是同期、滞后2期还是滞后3期，绿色专利申请数量和绿色专利获得数量与债券信用利差的回归系数均在1%水平上显著为负，与主回归结果一致， H_1 再次得到验证。

5.4 PSM 检验

本研究进一步将申请绿色专利的企业作为处理组，没有申请绿色专利的企业作为控制组，并使用1:1近邻匹配且不放回的方法进行匹配。绿色专利申请数量和绿色专利获得数量的PSM样本分布图均呈正

表 5 债项评级的中介效应回归结果
Table 5 Regression Results for Mediating Effects of Credit Rating

变量	CS		BonR		CS	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>Paa</i>	-0.059*** (-4.863)		0.034*** (3.436)		-0.054*** (-4.445)	
<i>Pag</i>		-0.042*** (-3.177)		0.034*** (3.087)		-0.036*** (-2.774)
<i>BonR</i>					-0.158*** (-8.288)	-0.160*** (-8.393)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
常数项	5.219*** (11.683)	5.202*** (11.621)	-5.436*** (-15.216)	-5.415*** (-15.170)	4.360*** (9.556)	4.334*** (9.485)
行业和年度	控制	控制	控制	控制	控制	控制
样本观测值	4 244	4 244	4 244	4 244	4 244	4 244
调整的 R^2	0.461	0.459	0.845	0.845	0.469	0.468

表 6 产品市场竞争能力的中介效应回归结果
Table 6 Regression Results for Mediating Effects of Product Market Competitiveness

变量	MS		CS	
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Paa</i>	0.010*** (4.275)		-0.051*** (-4.254)	
<i>Pag</i>		0.014*** (5.338)		-0.033** (-2.511)
<i>MS</i>			-0.252*** (-3.491)	-0.258*** (-3.552)
控制变量	控制	控制	控制	控制
常数项	0.457*** (8.915)	0.462*** (9.000)	4.457*** (9.773)	4.436*** (9.711)
行业和年度	控制	控制	控制	控制
样本观测值	4 244	4 244	4 244	4 244
调整的 R^2	0.232	0.234	0.470	0.469

态分布,且通过平衡性检验,平均处理效应的结果表明匹配后的显著性水平平均达到 1%,且均为负值,符合预期。这在一定程度上说明本研究所选的协变量以及匹配的过程合理有效。

匹配后的结果表明,绿色专利申请数量与债券信用利差的回归系数为 -0.061,在 1% 水平上显著;绿色专利获得数量与债券信用利差的回归系数为 -0.041,在 10% 水平上显著。由此可见,在一定程度上控制样本的选择性偏差后,绿色创新与债券融资成本仍然显著负相关, H_1 再次得到验证。

5.5 Heckman 两步法

本研究探讨绿色创新与债券融资成本的关系,但是并非所有上市企业都会发行债券,因此可能存在样本自选择偏误。基于此,本研究采用 Heckman 两步法进行处理:①构建估计企业是否发行债券的 Probit 模型,选择模型中除了包括主回归中的所有企业层面变量,还包括同年同行业其他企业债券融资规模均值和同年同省份其他企业债券融资规模均值;②将第 1 阶段回归计算得到的逆米尔斯比率 (*IMR*) 代入主回归方程,得到控制样本选择偏误的实证检

表7 主要变量替代测量的回归结果

Table 7 Regression Results for Alternative Measures of Primary Variables

变量	CS	
	(1)	(2)
<i>PaaD</i>	-0.188*** (-6.012)	
<i>PagD</i>		-0.108*** (-3.457)
控制变量	控制	控制
常数项	4.408*** (9.688)	4.370*** (9.570)
行业和年度	控制	控制
样本观测值	4 244	4 244
调整的 R^2	0.471	0.468

表8 对二级市场现有债券持有者影响的回归结果

Table 8 Regression Results for the Effects on Existing Bondholders in the Secondary Market

变量	CS	
	(1)	(2)
<i>Paa</i>	-0.051* (-1.908)	
<i>Pag</i>		-0.086*** (-2.987)
控制变量	控制	控制
常数项	2.489** (2.416)	2.300** (2.089)
行业和年度	控制	控制
样本观测值	6 547	6 547
调整的 R^2	0.176	0.177

表9 滞后效应的回归结果

Table 9 Regression Results for Lag Effects

变量	CS					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Paa_t	-0.076*** (-6.384)					
Pag_t		-0.052*** (-4.078)				
Paa_{t-2}			-0.042*** (-3.503)			
Pag_{t-2}				-0.054*** (-4.088)		
Paa_{t-3}					-0.048*** (-3.875)	
Pag_{t-3}						-0.060*** (-4.465)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
常数项	4.357*** (9.581)	4.341*** (9.501)	4.379*** (9.591)	4.382*** (9.598)	4.360*** (9.546)	4.383*** (9.601)
行业和年度	控制	控制	控制	控制	控制	控制
样本观测值	4 244	4 244	4 244	4 244	4 244	4 244
调整的 R^2	0.472	0.469	0.468	0.468	0.468	0.469

验模型。基于 Heckman 两步法,本研究重新检验 H_1 ,在控制了样本选择偏误后,主要研究结果与前文一致。

5.6 工具变量法

绿色创新对债券融资成本的影响还可能存在因

遗漏变量而导致的内生性问题,即存在某些遗漏变量既影响绿色创新,也会影响债券融资成本。针对该问题,本研究采用工具变量法缓解不可观测的遗漏变量问题。

借鉴魏志华等^[48]的做法,将同年同行业其他上市企业开展绿色创新的可能性和同年同省份其他上市企业开展绿色创新的可能性作为外生工具变量。已有研究发现企业创新投资行为具有同群效应^[49],同群企业(同一行业或同一省份内上市企业)的绿色创新行为将影响该行业或该区域某家上市企业的绿色创新行为,但不会直接影响该行业或该区域单个企业的债券融资成本,即工具变量同时满足相关性假定和外生性假定。回归结果表明,绿色专利申请数量和绿色专利获得数量的工具变量均与原变量至少在5%水平上显著相关。第1阶段回归的F统计量均大于10,有理由认为上述工具变量并非弱工具变量,即工具变量有效。第2阶段的回归结果表明,*Paa*和*Pag*的回归系数均在1%水平上显著为负,说明在考虑潜在的内生性问题后,绿色专利申请数量和绿色专利获得数量仍然显著降低债券融资成本,即研究结果保持稳健。

5.7 替换被解释变量

借鉴朱松^[50]对债券融资成本的测量方法,本研究从中国人民银行网站收集2007年至2020年不同期限的银行贷款利率,用债券发行时的票面利率减去同期银行贷款利率重新测量债券融资成本。回归结果表明,替换被解释变量后,绿色专利申请数量和绿色专利获得数量的回归系数均显著为负,主要研究结果不变。

6 进一步分析

6.1 绿色专利类型

对绿色专利类型进行区分,分为绿色发明专利和绿色实用新型专利。表10分别给出绿色发明专利和绿色实用新型专利的回归结果,无论是绿色发明专利申请数量(*Inva*)、绿色实用新型专利申请数量(*Utia*),还是绿色发明专利获得数量(*Invg*)、绿色实用新型专利获得数量(*Utig*),均与债券融资成本显著负相关。

组间系数差异检验结果表明,与绿色实用新型专利相比,绿色发明专利可以大大降低债券融资成本,其原因可能是发明专利的创新性高于实用新型专利。相对于绿色实用新型专利,企业进行绿色发明专利具有较高的价值,更有利于企业增强生产经营优势和市场竞争力,因此投资者对绿色发明专利更敏感,绿色发明专利对债券融资成本的影响程度更大。

6.2 策略性绿色专利行为

策略性专利行为是指企业为了获得政府补助、财政支持和公众的好感等,而有意识地申请专利,其初衷并不是为了切实保护生态环境、增强创新能力^[50],本质上是一种“重数量,轻质量”的行为。

企业具有进行策略性绿色专利行为的动机,谭小芬等^[51]认为,由于管理层业绩压力和外部监督压力,企业激进地采用不成熟或者质量不达标的专利申请策略以增加专利申请数量,或研发没有实质性作用的“短平快”“微创新”专利。轻质量的行为使专利类型结构“塌陷”,且策略性专利行为是一种“虚假”

表10 区分绿色专利类型的回归结果

变量	CS			
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Inva</i>	-0.062*** (-4.045)			
<i>Utia</i>		-0.031** (-2.041)		
<i>Invg</i>			-0.052*** (-2.878)	
<i>Utig</i>				-0.031* (-1.941)
控制变量	控制	控制	控制	控制
常数项	4.371*** (9.574)	4.346*** (9.505)	4.366*** (9.547)	4.336*** (9.479)
行业和年度	控制	控制	控制	控制
样本观测值	4 244	4 244	4 244	4 244
调整的 R^2	0.469	0.467	0.467	0.467
χ^2		7.560***		1.700
Prob > χ^2		0.006		0.192

利好,不利于企业长期业绩表现。

本研究用授权率($1 - \frac{\text{专利授权量}}{\text{专利申请量}}$)测量策略性绿色专利行为,该授权率越高,企业策略性绿色专利行为越多。本研究探讨策略性绿色专利行为的影响,回归结果表明,绿色专利授权率与债券融资成本在5%水平上显著正相关;分类看,绿色发明专利授权率与债券融资成本在1%水平上显著正相关,绿色实用新型专利授权率与债券融资成本在10%水平上显著正相关。

这说明,绿色专利申请数量越多、绿色专利获得数量越少,策略性绿色专利行为越多,债券融资成本越高。“重数量,轻质量”的策略性绿色专利行为能够被市场识别,无法达到发债企业降低债券融资成本的目的。组间系数差异检验结果表明,与策略性绿色实用新型专利行为相比,策略性绿色发明专利行为对债券融资成本的提升效应更强。

6.3 异质性分析

在不同类型的企业中,上文发现的主要结果可能存在差异,这取决于投资者对不同类型企业进行绿色创新的收益与风险的权衡。本研究围绕污染行业属性、企业生命周期、融资约束和产权性质4个维度,探讨绿色创新降低债券融资成本的企业异质性。

6.3.1 高污染行业与低污染行业

按照2008年生态环境部公布的《上市企业环保

核查行业分类管理名录》确定重污染行业,不在该名录里的行业为低污染行业。

高污染行业由于排放大量的污染性物质严重影响生态环境,使社会公众感到不满,承受更大的环境规制压力和更重的公共压力;注重绿色创新、研发绿色专利,竭力减少污染物排放,是重污染企业获取组织合法性的重要举措,也是维持持续运营的关键保障。可见,相对于低污染行业,高污染行业开展绿色创新的环境治理行为更易得到利益相关者的关注,其产生的潜在收益更可能被投资者认可。

对高污染行业和低污染行业的分组回归结果表明,在高污染行业中,绿色专利申请数量和绿色专利获得数量均与债券融资成本在1%水平上显著负相关,而在低污染行业中两者的回归系数不显著;绿色专利申请数量和绿色专利获得数量的组间系数差异分别在5%和1%水平上显著,组间系数差异检验结果也支持这一结果。这表明,与低污染行业相比,高污染行业中的企业进行绿色创新可以更大程度降低其债券融资成本。

6.3.2 企业生命周期

本研究借鉴刘诗源等^[52]的现金流模式法,按照三大现金流净额的正负方向将企业生命周期划分为成长期、成熟期和衰退期,将样本企业分为处于成熟期和处于非成熟期(包括成长期和衰退期)两组,进行分组分析。

成长期企业为了扩大自身市场份额、获取竞争优势,具有强烈的动机参与风险投资;衰退期企业的市场地位开始下降,经营业绩不断下滑,为了重获市场份额,也具有强烈的动机增加风险投资谋求“重生”。一般而言,投资者对处于成长期和衰退期企业的要求会相对较低,当企业进行绿色创新时,会向市场释放出企业发展前景乐观的积极信号,更容易获得债券投资者的好感和良性预期,降低融资成本。而成熟期的企业拥有稳定的客户流量和盈余积累,具有一定的市场地位,投资者对其的要求和期待更高,企业进行绿色创新对盈利模式和盈利能力的边际贡献较小,相对来说投资者关注度可能较低,企业进行绿色创新时融资成本的降低幅度并不明显。

对企业生命周期的分组回归结果表明,在非成熟期,绿色专利获得数量与债券融资成本在1%水平上显著负相关,在成熟期,两者的回归系数并不显著;绿色专利获得数量的组间系数差异在10%水平上显著。这表明,当企业处于非成熟期,企业进行绿色创新可以显著降低债券融资成本。

6.3.3 融资约束

融资约束在企业绿色创新行为决策中扮演着重要角色,这主要是由于绿色创新属于周期长和耗用资金多的风险投资,在缺乏外部资金支持下,难以同时兼顾绿色创新和正常生产;同时,融资约束也提高了企业投资选择权的价值。对于融资约束较大的企业,在金融资源受限的情况下仍将资金投入绿色创新活动中,传递出企业适时把握优质投资机会和

勇于承担社会责任的信号,这类企业开展绿色创新会极大地增加投资者的好感度,投资者将要求更低的风险溢价。当企业融资约束较小,通常意味着该企业的经营状况良好,面临的经营风险低,投资者要求的风险溢价较低;而且,低融资约束支持企业的多元化投资决策,企业从事绿色创新活动这一投资选择权的价值信号弱化,投资者由此要求的风险溢价难以显著降低。

学术界常用的测量融资约束程度的指标有3个,分别为KZ指数、WW指数和SA指数,但与SA指数相比,KZ指数和WW指数都包含了较多的内生性变量,如资产负债率、现金流等,而SA指数只用企业规模和企业年龄两个受时间影响较小且具有很强外生性的变量构成,具体计算公式为

$$SA_{i,t} = -0.737Siz_{i,t} + 0.043Siz_{i,t}^2 - 0.040AgeC_{i,t} \quad (4)$$

其中,SA为SA指数;AgeC为企业年龄,由样本观测年份减企业成立年份得到。SA指数越大,表示融资约束程度越高。本研究借鉴HADLOCK et al.^[53]的SA指数进行分析。

以同行业、同年度的SA指数均值作为分组依据,大于该均值的为融资约束高组,小于该均值的为融资约束低组。对融资约束的分组回归结果表明,在融资约束高组中,绿色专利申请数量和绿色专利获得数量与债券融资成本均在1%水平上显著负相关,而在融资约束低组中两者的回归系数不显著;无论是绿色专利申请数量,还是绿色专利获得数量,两组的组间系数差异均在1%水平上显著。这说明,当企业面临的融资约束较小时,企业进行绿色创新并不会显著影响债券融资成本。

6.3.4 产权性质

与国有企业相比,非国有企业会更为积极地对外展示绿色创新行为,传递经营利好信号,降低债券融资成本。可能的原因在于:①相对于非国有企业,国有企业往往规模较大,为打造亮点工程、树立优质品牌和建立长效机制,会长期保持进行绿色创新的状态。所以,地方政府为改善环境质量、完成环境治理,会更多地从保护环境行为相对欠缺的非国有企业着手寻求突破,增加对其环境保护行为的监管力度。②政府对国有企业的隐性担保使其容易忽视收益背后的风险,这不仅会增加企业的经营风险,也会影响企业绩效水平,增加债券融资成本。③非国有企业在发展初期往往选择风险低、收益率高的项目,而为了打消政府疑虑,响应政策号召,会刻意变更先前的经营方式,转而将更多的资金投入绿色创新项目中。

对产权性质的分组回归结果表明,在非国有企业中,绿色专利申请数量和绿色专利获得数量与债券融资成本均在1%水平上显著负相关;而在国有企业中两者的回归系数分别为不显著和在10%水平上显著,显著性均低于非国有企业;两组的组间系数差异均在1%水平上显著。这表明,与国有企业相比,非国有企业进行绿色创新可以更大程度降低其债券融资

成本。

7 结论

7.1 研究结果

本研究关注债券市场的绿色创新问题,提供了绿色创新影响债券融资成本的实证证据。利用2007年至2020年中国上市企业债券发行的数据以及绿色创新专利申请和获得数据,本研究发现企业进行绿色创新可以降低其债券融资成本,并从信用评级市场和产品市场两个角度对可能的影响机制进行探讨。在信用评级市场,企业绿色创新提高信用评级机构对于债券的信用评级,进而降低债券融资成本;在企业产品市场,绿色创新提高了产品市场竞争能力,进而降低债券融资成本。进一步分析发现,与绿色实用新型专利相比,绿色发明专利对债券融资成本的影响程度更大;策略性绿色专利行为越多,债券融资成本越高;与策略性绿色实用新型专利行为相比,策略性绿色发明专利行为具有更大的债券融资成本提升效应。异质性分析发现,与属于低污染行业、成熟期、融资约束较小和国有上市企业相比,属于高污染行业、非成熟期、融资约束较大和非国有上市企业,开展绿色创新具有更强的债券融资成本降低效应。

7.2 研究贡献

①从债券融资成本角度提供了绿色创新后果的证据。运用中国上市企业债券发行样本,探讨债券市场这一重要金融基础设施中的绿色创新问题,有助于弥补已有研究在该方面的缺失。②扩展了影响债券融资成本的重要因素,印证了企业进行绿色创新可以获得债券市场的高度认可这一观点,丰富了资本市场对上市企业行为识别能力和有效定价的相关研究。③本研究还提供了绿色创新降低债券融资成本的两条重要路径,从信用评级市场的债项评级和产品市场的竞争能力维度对绿色创新影响机制进行解析。④从污染行业属性、企业生命周期、融资约束和产权性质角度,进一步分析绿色创新降低债券融资成本的企业异质性,提供了债券市场面对上市企业风险进行差异化定价的新证据。

7.3 研究启示和政策建议

企业应树立绿色环保理念,积极探索绿色创新道路。诚然,绿色创新伴随着较高的时间成本和不确定性,但绿色创新既可以为企业带来巨大的潜在收益,如政府和市场的认可,也可以为企业带来在债券市场的风险补偿。有证据表明,债券市场对绿色创新企业具有更大的信心,对绿色创新企业给予了更多的风险补偿和积极反馈,债券投资者对企业的绿色创新行为进行合理评估和优势定价,体现为债券融资成本的降低。在“全民绿色”的大环境中,企业作为推动绿色创新的中坚力量,应充分发挥自身能动性,进行绿色创新行为,积极探索和研发绿色专利。

7.4 研究不足和未来展望

关于绿色创新可以降低债券融资成本的研究结果是基于大样本统计结果得出,但可能存在与研究

结果不一致的案例。本研究只对信用评级市场的债项评级和产品市场的竞争能力两个中介机制进行了检验,未来研究可以考虑更多的影响机制。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 方先明,那晋领.创业板上市公司绿色创新溢酬研究. *经济研究*, 2020, 55(10): 106-123.
FANG Xianming, NA Jinling. Stock market reaction to green innovation: evidence from GEM firms. *Economic Research Journal*, 2020, 55(10): 106-123.
- [3] 杨冬云,谢杨.企业社会责任、绿色创新能力与企业环境绩效. *财会通讯*, 2019(6): 100-104.
YANG Dongyun, XIE Yang. Social responsibility, green innovation ability and enterprise environmental performance. *Communication of Finance and Accounting*, 2019(6): 100-104.
- [4] SUBHABRATA B B. Managerial perceptions of corporate environmentalism: interpretations from industry and strategic implications for organizations. *Journal of Management Studies*, 2001, 38(4): 489-513.
- [5] 刘柏,王馨竹.企业绿色创新对股票收益的“风险补偿”效应. *经济管理*, 2021, 43(7): 136-157.
LIU Bai, WANG Xinzhu. The risk compensation effect of enterprise green innovation on stock returns. *Business and Management Journal*, 2021, 43(7): 136-157.
- [6] CHAN H K, YEE R W Y, DAI J, et al. The moderating effect of environmental dynamism on green product innovation and performance. *International Journal of Production Economics*, 2016, 181: 384-391.
- [7] STUCKI T. What hampers green product innovation: the effect of experience. *Industry and Innovation*, 2019, 26(10): 1242-1270.
- [8] BAE K H, WANG W. What's in a "China" name? A test of investor attention hypothesis. *Financial Management*, 2012, 41(2): 429-455.
- [9] BA S L, LISIC L L, LIU Q D, et al. Stock market reaction to green vehicle innovation. *Production and Operations Management*, 2013, 22(4): 976-990.
- [10] TAN J H, CHAN K C, CHEN Y N. The impact of air pollution on the cost of debt financing: evidence from the bond market. *Business Strategy and the Environment*, 2022, 31(1): 464-482.
- [11] OLIVIER D Z. The effect of pro-environmental preferences on bond prices: evidence from green bonds. *Journal of Banking & Finance*, 2019, 98: 39-60.
- [12] 武恒光,王守海.债券市场参与者关注公司环境信息吗?来自中国重污染上市公司的经验证据. *会计研究*, 2016(9): 68-74.
WU Hengguang, WANG Shouhai. Do bond market participants pay attention to corporate environmental information? Empirical evidence from China's heavily polluting listed companies. *Accounting Research*, 2016(9): 68-74.

- [13] 周宏, 建蕾, 李国平. 企业社会责任与债券信用利差关系及其影响机制: 基于沪深上市公司的实证研究. *会计研究*, 2016(5): 18–25.
ZHOU Hong, JIAN Lei, LI Guoping. Corporate social responsibility and credit spreads on corporate bonds: an empirical study based on China's public companies. *Accounting Research*, 2016(5): 18–25.
- [14] 王晓祺, 胡国强. 绿色创新、企业声誉与盈余信息含量. *北京工商大学学报(社会科学版)*, 2020, 35(1): 50–63.
WANG Xiaoqi, HU Guoqiang. Green innovation, corporate reputation and earnings information content. *Journal of Beijing Technology and Business University (Social Sciences)*, 2020, 35(1): 50–63.
- [15] GU L F. Product market competition, R&D investment, and stock returns. *Journal of Financial Economics*, 2016, 119(2): 441–455.
- [16] 李文静, 闫履鑫, BHUTTO T A, 等. 绿色变革型领导对员工绿色创造力的影响. *管理科学*, 2020, 33(2): 87–101.
LI Wenjing, YAN Lyuxin, BHUTTO T A, et al. Effects of green transformational leadership on employee's green creativity. *Journal of Management Science*, 2020, 33(2): 87–101.
- [17] 李凯杰, 董丹丹, 韩亚峰. 绿色创新的环境绩效研究: 基于空间溢出和回弹效应的检验. *中国软科学*, 2020(7): 112–121.
LI Kaijie, DONG Dandan, HAN Yafeng. The analysis on the environmental performance of green innovation an examination based on spatial spillover effect and rebound effect. *China Soft Science*, 2020(7): 112–121.
- [18] NAJAH A, SADOK E G, OMRANE G, et al. The governance role of multiple large shareholders: evidence from the valuation of cash holdings. *Journal of Management & Governance*, 2013, 17(2): 419–451.
- [19] 周宏. 融资约束对中国上市公司投资行为影响的实证研究. *数量经济研究*, 2016, 7(1): 120–131.
ZHOU Hong. Empirical study of financial constraints' influence on Chinese enterprises' investment behavior. *The Journal of Quantitative Economics*, 2016, 7(1): 120–131.
- [20] 汪平, 刘旭. 研发投入、控股股东与资本成本: 投资者如何看待研发投入?. *现代财经-天津财经大学学报*, 2017, 37(11): 88–102.
WANG Ping, LIU Xu. R&D investment, controlling shareholder and the cost of capital: how do investors view R&D investment?. *Modern Finance and Economics - Journal of Tianjin University of Finance and Economics*, 2017, 37(11): 88–102.
- [21] 周宏, 林晚发, 李国平, 等. 信息不对称与企业债券信用风险估价: 基于2008–2011年中国企业债券数据. *会计研究*, 2012(12): 36–42.
ZHOU Hong, LIN Wanfa, LI Guoping, et al. Research on the impact of information asymmetry on the credit risk of Chinese corporate bonds: based on the data of Chinese corporate bonds in 2008–2011. *Accounting Research*, 2012(12): 36–42.
- [22] GUO B, PÉREZ-CASTRILLO D, TOLDRÀ-SIMATS A. Firms' innovation strategy under the shadow of analyst coverage. *Journal of Financial Economics*, 2019, 131(2): 456–483.
- [23] WEI Y, QIN S K, LI X F, et al. Oil price fluctuation, stock market and macroeconomic fundamentals: evidence from China before and after the financial crisis. *Finance Research Letters*, 2019, 30: 23–29.
- [24] DRAKE M S, ROULSTONE D T, THORNOCK J R. Investor information demand: evidence from Google searches around earnings announcements. *Journal of Accounting Research*, 2012, 50(4): 1001–1040.
- [25] 林晚发, 赵仲匡, 宋敏. 管理层讨论与分析的语调操纵及其债券市场反应. *管理世界*, 2022, 38(1): 164–179.
LIN Wanfa, ZHAO Zhongkuang, SONG Min. The tone manipulation of management discussion and analysis and the bond market reaction. *Journal of Management World*, 2022, 38(1): 164–179.
- [26] 陈关享, 连立帅, 朱松. 多重信用评级与债券融资成本: 来自中国债券市场的经验证据. *金融研究*, 2021(2): 94–113.
CHEN Guanting, LIAN Lishuai, ZHU Song. Multiple credit rating and bond financing cost: evidence from Chinese bond market. *Journal of Financial Research*, 2021(2): 94–113.
- [27] 刘娥平, 施燕平. 盈余管理、公司债券融资成本与首次信用评级. *管理科学*, 2014, 27(5): 91–103.
LIU Eping, SHI Yanping. Earnings management, financing costs of corporate bonds and initial credit ratings. *Journal of Management Science*, 2014, 27(5): 91–103.
- [28] 沈红波, 廖冠民. 信用评级机构可以提供增量信息吗: 基于短期融资券的实证检验. *财贸经济*, 2014(8): 62–70.
SHEN Hongbo, LIAO Guanmin. Can credit rating agencies provide incremental information? Empirical tests based on short-term financing bonds. *Finance & Trade Economics*, 2014(8): 62–70.
- [29] 何平, 金梦. 信用评级在中国债券市场的影响力. *金融研究*, 2010(4): 15–28.
HE Ping, JIN Meng. On the impact of credit rating on bond market of China. *Journal of Financial Research*, 2010(4): 15–28.
- [30] JIANG J X F. Beating earnings benchmarks and the cost of debt. *The Accounting Review*, 2008, 83(2): 377–416.
- [31] 方红星, 施继坤, 张广宝. 产权性质、信息质量与公司债定价: 来自中国资本市场的经验证据. *金融研究*, 2013(4): 170–182.
FANG Hongxing, SHI Jikun, ZHANG Guangbao. Ownership type, information quality, and corporate bond pricing: the empirical evidence from capital market in China. *Journal of Financial Research*, 2013(4): 170–182.
- [32] 魏志华, 朱彩云. 超额商誉是否成为企业经营负担: 基于产品市场竞争能力视角的解释. *中国工业经济*, 2019(11): 174–192.
WEI Zhihua, ZHU Caiyun. Does excess goodwill become the burden of corporate operation: explanation from the perspective of product market competitiveness. *China Industrial Economics*, 2019(11): 174–192.
- [33] PERESS J. Product market competition, insider trading, and stock market efficiency. *The Journal of Finance*, 2010, 65(1): 1–43.
- [34] 傅传锐, 洪运超. 公司治理、产品市场竞争与智力资本自愿信息披露: 基于我国A股高科技行业的实证研究. *中国软科学*, 2018(5): 123–134.
FU Chuanrui, HONG Yunchao. Corporate governance, product market competition and intellectual capital disclosure: an empirical study based on China's high-tech industry. *China Soft Science*, 2018(5): 123–134.
- [35] 寇宗来, 盘宇章, 刘学悦. 中国的信用评级真的影响发债成本吗?. *金融研究*, 2015(10): 81–98.
KOU Zonglai, PAN Yuzhang, LIU Xueyue. Does credit rating really affect debt issuance costs in China?. *Journal of Financial Research*, 2015(10): 81–98.

- [36] 林晚发, 方梅, 沈宇航. 债券募集说明书文本信息与债券发行定价. *管理科学*, 2021, 34(4): 19–34.
LIN Wanfa, FANG Mei, SHEN Yuhang. Bond prospectus text information and bond issuance pricing. *Journal of Management Science*, 2021, 34(4): 19–34.
- [37] 赵静, 方兆本. 中国公司债信用利差决定因素: 基于结构化理论的实证研究. *经济管理*, 2011, 33(11): 138–148.
ZHAO Jing, FANG Zhaoben. The determinants of credit spread in Chinese corporate debt market: an empirical research based on structural models. *Economic Management Journal*, 2011, 33(11): 138–148.
- [38] 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. *经济研究*, 2016, 51(4): 60–73.
LI Wenjing, ZHENG Manni. Substantive innovation or strategic innovation? Impact of macroeconomic policies on micro-enterprises' innovation. *Economic Research Journal*, 2016, 51(4): 60–73.
- [39] NEJADMALAYERI A, NISHIKAWA T, RAO R P. Sarbanes-Oxley Act and corporate credit spreads. *Journal of Banking & Finance*, 2013, 37(8): 2991–3006.
- [40] FRACASSI C, PETRY S, TATE G. Does rating analyst subjectivity affect corporate debt pricing?. *Journal of Financial Economics*, 2016, 120(3): 514–538.
- [41] DRISS H, MASSOUD N, ROBERTS G S. Are credit rating agencies still relevant? Evidence on certification from Moody's credit watches. *Journal of Corporate Finance*, 2019, 59: 119–141.
- [42] 武恒光, 张雪漫, 孙华. 内部控制缺陷披露、金融中介监督与债券融资成本. *中国会计评论*, 2020, 18(1): 17–70.
WU Hengguang, ZHANG Xueman, SUN Hua. Internal control weakness disclosures, financial intermediary monitoring, and the cost of publicly traded debt. *China Accounting Review*, 2020, 18(1): 17–70.
- [43] 曹廷求, 张翠燕, 杨雪. 绿色信贷政策的绿色效果及影响机制: 基于中国上市公司绿色专利数据的证据. *金融论坛*, 2021, 26(5): 7–17.
CAO Tingqiu, ZHANG Cuiyan, YANG Xue. Green effect and influence mechanism of green credit policy: based on the evidences of green patent data of Chinese listed companies. *Finance Forum*, 2021, 26(5): 7–17.
- [44] 顾小龙, 施燕平, 辛宇. 风险承担与公司债券融资成本: 基于信用评级的策略调整视角. *财经研究*, 2017, 43(10): 134–145.
GU Xiaolong, SHI Yanping, XIN Yu. Risk taking and corporate bond financing costs: strategic adjustment perspective based on credit rating. *Journal of Finance and Economics*, 2017, 43(10): 134–145.
- [45] 温忠麟, 张雷, 侯杰泰, 等. 中介效应检验程序及其应用. *心理学报*, 2004, 36(5): 614–620.
WEN Zhonglin, CHANG Lei, HAU K T, et al. Testing and application of the mediating effects. *Acta Psychologica Sinica*, 2004, 36(5): 614–620.
- [46] 王雄元, 高开娟. 客户集中度与公司债二级市场信用利差. *金融研究*, 2017(1): 130–144.
WANG Xiongyuan, GAO Kaijuan. Customer-based concentration and bond yield spread in secondary market. *Journal of Financial Research*, 2017(1): 130–144.
- [47] 陈斌开, 林毅夫. 发展战略、城市化与中国城乡收入差距. *中国社会科学*, 2013(4): 81–102.
CHEN Binkai, LIN Yifu. Development strategy, urbanization and the rural-urban income disparity in China. *Social Sciences in China*, 2013(4): 81–102.
- [48] 魏志华, 夏太彪. 社会保险缴费负担、财务压力与企业避税. *中国工业经济*, 2020(7): 136–154.
WEI Zhihua, XIA Taibiao. Social insurance contribution burden, financial pressure and corporate tax avoidance. *China Industrial Economics*, 2020(7): 136–154.
- [49] 宋广蕊, 马春爱, 肖榕. 同群效应下企业创新投资行为传递路径研究. *科研管理*, 2021, 42(7): 179–188.
SONG Guangrui, MA Chun'ai, XIAO Rong. A study of the transmission path of enterprise innovation investment behavior under the peer effect. *Science Research Management*, 2021, 42(7): 179–188.
- [50] 朱松. 债券市场参与者关注会计信息质量吗. *南开管理评论*, 2013, 16(3): 16–25.
ZHU Song. Do participants in bonds market care about accounting information quality. *Nankai Business Review*, 2013, 16(3): 16–25.
- [51] 谭小芬, 钱佳琪. 资本市场压力与企业策略性专利行为: 卖空机制的视角. *中国工业经济*, 2020(5): 156–173.
TAN Xiaofen, QIAN Jiaqi. Capital market pressure and strategic patent behavior: the perspective of short selling mechanism. *China Industrial Economics*, 2020(5): 156–173.
- [52] 刘诗源, 林志帆, 冷志鹏. 税收激励提高企业创新水平了吗? 基于企业生命周期理论的检验. *经济研究*, 2020, 55(6): 105–121.
LIU Shiyuan, LIN Zhifan, LENG Zhipeng. Whether tax incentives stimulate corporate innovation: empirical evidence based on corporate life cycle theory. *Economic Research Journal*, 2020, 55(6): 105–121.
- [53] HADLOCK C J, PIERCE J R. New evidence on measuring financial constraints: moving beyond the KZ index. *The Review of Financial Studies*, 2010, 23(5): 1909–1940.

Enterprise Green Innovation and Bond Financing Costs

WU Hengguang, XU Yanli, WANG Meng

School of Accountancy, Shandong University of Finance and Economics, Jinan 250014, China

Abstract: The financial market plays an important role in the process of corporate financing, and remarkable green innovation can be recognized by the financial market. There are few empirical studies on green innovation and financial markets, and few literatures focus on the attitude of stakeholders in the bond market, an important financial infrastructure, towards green innovation behavior. Whether the bond market can use price signals to guide capital flow into advantageous green innovative companies, and whether bond market investors can reasonably evaluate and price green innovation activities are issues worthy of in-depth discussions.

From the perspective of bond issuance, this study empirically tests the impact of corporate green innovation on bond financing costs to explore whether green innovation can be reasonably priced by the bond market. We then propose possible mediating mechanisms from “debt rating” in the credit market and “competitiveness” in the product market, as well as heterogeneity analysis from multiple perspectives. Using the data of Chinese listed corporate bond issuance from 2007 to 2020, this study measures the cost of bond financing by credit spreads, measures the green innovation by green innovation patent applications and acquisitions, constructs a multiple regression model, and conducts a series of robustness tests to ensure the robustness of the conclusions.

This study finds that green innovation significantly reduces the cost of corporate bond financing. The possible mechanism is that, in the credit market, green innovation improves the credit rating of bonds by credit rating agencies, thereby reducing the cost of bond financing. And in the product market, green innovation improves the product market competitiveness, thereby reducing the cost of bond financing. Further analysis shows that, compared with green practical new-type patents, green invention patents have a stronger bond financing cost reduction effect; the more strategic green patent behaviors, the higher the bond financing cost; there is a U-shaped relationship between green innovation and bond financing costs. Heterogeneity analysis shows that, compared with companies belonging to low-pollution industries, mature stages, less financing constraints, and listed state-owned enterprises, companies that belonged to high-pollution industries, immature stages, larger financing constraints, and listed non-state-owned enterprises have a stronger effect of reducing the cost of green innovation bond financing.

By examining the impact of green innovation on the financing cost of corporate bonds, the literature on the economic consequences of green innovation has been enriched, and a certain contribution has been made to the influencing factors of bond financing costs. The study of bond financing cost is expanded and the influencing factors of bond financing cost are supplemented from the perspective of corporate green innovation. It confirms the importance of establishing green environmental protection concepts and exploring the path of green innovation in the current capital market, and the urgency of building a green innovation mechanism with sound functions, specific purposes and comprehensive guarantees.

Keywords: green innovation; financial markets; bond financing costs; credit rating; product market competitiveness

Received Date: March 30th, 2022 **Accepted Date:** September 6th, 2022

Funded Project: Supported by the Natural Science Foundation of Shandong Province (ZR2022MG014) and the National Social Science Foundation of China (20BGL084)

Biography: WU Hengguang, doctor in management, is a professor in the School of Accountancy at Shandong University of Finance and Economics. His research interests include capital market audit and corporate finance. His representative paper titled “Do participants in bond market care about corporate environmental information? Evidence from heavy polluting enterprises” was published in the *Accounting Research* (Issue 9, 2016). E-mail: hgwu@sdufe.edu.cn

XU Yanli, doctor in management, is a lecturer in the School of Accountancy at Shandong University of Finance and Economics. Her research interests include capital market audit and corporate governance. Her representative paper titled “Does a non-in-charge audit team member affect audit quality?” was published in the *Auditing Research* (Issue 4, 2020). E-mail: yallie@163.com

WANG Meng is a master degree candidate in the School of Accountancy at Shandong University of Finance and Economics. Her research interests include capital market audit and corporate finance. E-mail: Wang_meng77@163.com □

(责任编辑: 李祎博)