

绿色杠杆的双刃剑效应：环保投资对企业信用风险的非线性影响及动态调节机制研究

李嘉佩, 姚洪心*

东华大学旭日工商管理学院, 上海

收稿日期: 2025年12月4日; 录用日期: 2025年12月18日; 发布日期: 2026年1月30日

摘要

在全球绿色金融快速发展与中国“双碳”目标推进的背景下, 企业环保投资的经济与风险效应亟待系统评估。本研究基于2016~2023年1186家中国上市公司数据, 运用KMV模型测度信用风险, 通过双向固定效应模型揭示环保投资对信用风险的非线性影响机制。研究发现: (1) 环保投资与信用风险呈显著U型关系, 适度投资通过合法性认同与绿色创新降低风险, 但过度投资因成本挤压与资源错配加剧风险; (2) 内部控制显著弱化U型曲线陡度, 高内控企业环保投资的边际风险效应降低; 本研究突破传统环境规制视角, 将环保投资重构为企业战略决策, 揭示“绿色杠杆”的双刃剑效应, 为优化企业ESG投资组合与监管部门制定差异化绿色金融政策提供理论依据。

关键词

企业环保投资, 信用风险, 内部控制, 绿色金融

The Double-Edged Sword Effect of Green Leverage: A Study on the Non-Linear Impact of Environmental Protection Investment on Corporate Credit Risk and Its Dynamic Adjustment Mechanism

Jiapei Li, Hongxin Yao*

Glorious Sun School of Business and Management, Donghua University, Shanghai

Received: December 4, 2025; accepted: December 18, 2025; published: January 30, 2026

*通讯作者。

文章引用: 李嘉佩, 姚洪心. 绿色杠杆的双刃剑效应: 环保投资对企业信用风险的非线性影响及动态调节机制研究[J]. 金融, 2026, 16(1): 150-162. DOI: 10.12677/fin.2026.161015

Abstract

Against the backdrop of rapid global green finance development and China's advancement of its dual carbon goals, the economic and risk implications of corporate environmental investments warrant systematic evaluation. Drawing upon data from 1186 Chinese listed companies spanning 2016 to 2023, this study employs the KMV model to measure credit risk and utilizes a two-way fixed effects model to uncover the non-linear impact mechanism of environmental investments on credit risk. Findings indicate: (1) Environmental investments exhibit a significant U-shaped relationship with credit risk. Moderate investment reduces risk through enhanced legitimacy recognition and green innovation, whereas excessive investment exacerbates risk due to cost compression and resource misallocation; (2) Internal controls significantly flatten the U-curve's steepness, reducing the marginal risk effect of environmental investments in firms with strong internal governance. This study transcends traditional environmental regulation perspectives by reframing environmental investments as strategic corporate decisions, revealing the double-edged sword effect of "green leverage". It provides theoretical foundations for optimizing corporate ESG investment portfolios and informing regulators in formulating differentiated green finance policies.

Keywords

Corporate Environmental Investment, Credit Risk, Internal Control, Green Finance

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

全球气候变化威胁生命系统、气候治理成为全球共同面对的问题[1], 企业工业活动在创造经济价值的同时, 亦带来了沉重的环境负担。自 2015 年以来, 为应对气候变化并推进可持续发展目标, 全球绿色金融蓬勃发展, 中国亦积极推动其形成与壮大[2]。特别是中国在第七十五届联合国大会上提出的“双碳”目标, 即力争于 2030 年前实现碳达峰, 2060 年前实现碳中和, 标志着经济发展与碳排放脱钩的战略决心。然而, 实现“双碳”目标资金需求巨大, 仅依靠财政投资以及现有绿色金融的信贷规模远远不够, 且绿色项目普遍投资周期长、成本收益比高。还需持续引导资金从高污染、高能耗产业流向资源节约型、生态保护型产业和相关企业[3], 参与到绿色投资中, 促进生态平衡和可持续发展。

在这一宏观政策导向与市场压力下, 作为社会经济基本单元的企业, 其行为逻辑正面临深刻重塑。企业作为营利性组织, 追逐物质利益最大化是其固有属性, 但单一经济目标已不足以支撑其可持续发展, 积极承担环境责任、开展环保实践成为必然选择。企业环保投资, 即企业为自愿履行环境保护责任而发生的资本性环保支出, 主要包括环保设施与技术的研发、购买及改造, 是一种对环境有益的资本投资[4]。作为环保支出资本化的结果, 环保资产是企业进行前端污染治理的物质基础, 其投资的规模、质量与结构不仅决定了企业对污染物和碳排放的管控能力, 也深刻影响着企业绿色低碳转型的进程及其信用风险。理论上, 环保投资能促使企业加大清洁技术创新与运用, 从而抵消环保成本, 最终实现环境治理与盈利目标的双赢[5]。但短期来看, 环保投资的主要受益方是社会而非企业, 将有限资金投入其中会增加生产成本[6], 降低生产效率[7]。偏好当前确定利润的理性企业家, 往往难以主动将财务资源用于短期经济效益低且未来不确定性大的环保项目[8]。因此, 企业是积极参与环境治理还是消极应对, 往往是基于成本、

风险与收益多重博弈后的权衡结果, 深入认识其经济后果与风险影响显得尤为重要。

尽管国内外关于企业环保投资与风险管理的研究已为本研究奠定一定基础, 在当前中国环保产业投融资规模快速增长、范围不断扩大的背景下, 受限于研究目的、角度与方法, 现有理论研究仍滞后于实践发展, 且多为定性分析, 缺乏严谨的定量研究。学者们更多关注环保投资的影响因素, 鲜有从影响后果角度探讨其反向驱动机制, 而在少数关注环保投资后果的研究中, 更是鲜有学者将其与企业信用风险引致置于同一分析框架内进行系统性考察。此外, 尽管围绕环境规制下环保投资的经济效应研究已较为丰富, 涵盖了股权资本成本[9]、经济绩效[10]、核心竞争力[11]、债务资本成本[12]及企业价值等多个维度, 但这些研究大多从绿色金融的供给侧(即金融机构)视角评估政策效果, 缺乏从需求侧(即环保企业)视角的深入探讨, 易导致研究结论的偏差。鉴于此, 本文旨在从微观企业绿色环保投资决策的视角切入, 系统评估其对企业信用风险的影响, 这不仅为现有信用风险研究提供了宝贵的微观证据, 更重要的是, 深入梳理了其中风险引致的影响机制与内在逻辑。

本文主要边际贡献如下: 首先, 本文试图跳出环保投资的外部驱动视角, 将环保投资视为企业主动实施的一种战略决策。实证分析企业环保投资对信用风险水平的影响, 为企业绿色化转型提供实证支撑, 丰富相关领域的定量研究。其次, 在理论上探究环保投资对企业信用风险水平影响效果和机制分析, 提供关于企业环保投资与企业信用风险水平关系的进一步研究, 并提出相关政策建议完善有益思考, 对可持续发展目标 SDGs 的绿色领域企业的信用风险分析和管理方面文献作补充。

2. 理论机制及研究假说

在污染物排放与碳排放限制政策日益收紧的宏观背景下, 企业环保投资对其信用风险的影响呈现出复杂的非线性特征。理论上, 企业通过环保投资能够获取关键的社会资源与市场优势, 从而在一定程度上缓释信用风险。依据合法性认同理论, 企业的生存与繁荣发展必须以严格符合现行法律法规的规范行为为前提, 否则将因难以汲取必要社会资源而面临淘汰[13]。污染型企业只有引入环保设施及采用先进技术, 才能达成减排目标, 赢得合法性认同, 进而获得政府的合规性认同[14]、实际税负降低[15]等重要资源。同时, 主动承担环保责任能助力企业构建卓越社会形象, 发挥正外部性以获得社会广泛赞誉[16], 提升企业价值, 并降低未来遭受环境处罚或诉讼的可能性, 最终降低财务与破产风险[17]。尤其对污染型企业而言, 此类展现社会责任的行为所带来的价值与信誉维护, 将使其受到社会资源的青睐与倾斜。

经营发展方面, 企业环保投资还能为企业注入新的动力。一方面, 企业加大对环保领域的投资, 推动节能环保技术的研发与应用, 有助于打破政府设定的产能壁垒, 为生产规模扩张和新业态孵化提供支撑, 从而有效缓解潜在信用风险。另一方面, 环保投资长期能显著提升企业绩效[18], 不仅改善环境表现, 还可能通过提高企业环境信用评级和促进绿色创新[19]来降低信用风险[20]。此外, 环保投资还能间接缓解融资约束。高污染企业普遍面临债权人高风险感知与绿色信贷政策惩罚效应叠加的强信贷融资困境。在此环境下, 绿色低碳转型的环保投资能够减弱债权人对污染属性的风险感知, 降低企业债务融资成本[21], 成为污染类企业走出周转不足困境的重要途径。研究表明, 重污染企业的环保投资显著增加了其长期债务融资, 即良好的“绿色标签”能够缓解债权人与企业之间的信息不对称, 在实现优异环境绩效的同时[22], 降低违约风险[23]。

然而, 环保投资并非全然有利, 其固有的成本属性与潜在风险不容忽视。企业开展环保投资带来收益的同时, 可能引致的“成本费用”会对企业造成损失。企业为减少碳排放、投资可再生能源等支持可持续发展的行为, 会额外增加运营成本和沉没成本[24], 这一现象在国有企业中表现得更为明显[25]。其次, 环保投资作为非生产性投资, 短期内难以产生直接经济效益, 反而可能挤占生产性投资、占用核心业务资源, 导致企业利润下降。这种“遵循成本”上升和利润下降的双重压力会损害企业资产流动性,

引致生产经营的非效率[26], 最终加剧成本性风险与信用风险, 违背企业利益最大化原则。近期研究亦发现, 企业环境责任(CER)与其风险承担呈正相关关系, 且对于位于环境监管严格地区的企业、非国有企业以及内部控制水平较高的企业更为突出[27]。加之, 企业环境责任对企业价值的影响存在滞后效应[28], 相较于投资增加对企业利润增长形成的羁绊[29], 环保投资的经济效用难以在短期内显现[30]。

更深层次的风险来自于漂绿动机与过度杠杆。在引入“绿色”因子的风险研究中, 有学者发现了“绿色溢价”的存在[31], 如研究在加入“绿色”激励因素后[32], 概念股收益率优于其他股票。但仅有表现良好的企业才能顺利完成环保转型[33], 处于转型阶段的企业可能存在洗绿、漂绿等非信用行为倾向[34], 这构成了风险管理需要关注的潜在领域。此外, 前景理论指出, 决策者在面对“失”时倾向于风险追求, 而在面对“得”时则风险规避[35]。因此, 当企业环保投资的初衷仅为满足环境规制“应该做”, 而非源于“希望做”的内在意愿时, 前述成本与利润的双重压力可能驱使企业将有限资源投入“高风险高收益”项目, 从而加剧委托—代理问题。研究表明, 企业投资规模与管理者的信心水平之间存在明显正相关[36], 这会进一步加剧企业的被动风险承担。

综合上述正反两方机制, 企业环保投资对信用风险的影响呈现出动态演变。在投资初期, 企业需投入大量资金, 财务负担加重, 现金流紧张, 而投资回报短期内不明显, 导致信用风险居于高位。随着投资增加, 环保措施的效果如提高资源效率、降低生产成本、减少罚款等开始显现, 正面效应逐步改善企业财务状况与市场形象, 信用风险随之降低。然而, 当环保投资超过某一限度后, 过度投资可能导致资源浪费与效率降低, 信用风险再度恶化。由此提出假说如下:

H1: 企业环保投资水平与信用风险呈 U 型关系, 即适度的环保投资水平具有“信用风险缓释”作用, 过高的环保投资水平将恶化信用风险。

为对上述假说进行实证检验, 科学识别与评价企业信用风险是关键前提。现有研究对信用风险的评价与预测大多基于大量历史财务数据和实际违约行为, 结合概率理论构建体系搭建, 对评估对象进行分类判别与预测[37]。评估可分为传统统计计量经济学与人工智能两大学习维度[38]。传统方法中, 判别分析[39]及其发展的 Z-score 评分法、逻辑回归[40]因其优越性和解释力被广泛应用, 其优化模型的效力在多个市场得到验证[41]。随着大数据发展, 以机器学习[42]和深度学习为基础的算法模型, 如 AdaBoost、SVM、随机森林、LSTM、概率神经网络(PNN)等, 在预测准确性上展现出巨大优势。

然而, 针对中国上市企业环保投资这一引入年限较短的细分领域, 市场数据尚不足以支撑纯数据驱动型算法的估计可靠性。因此, 选择兼具前瞻性与客观性的模型至关重要。KMV 模型因其依赖上市公司公开的股价数据, 能更客观、前瞻地反映企业财务与信用状况, 在测度企业信用风险上明显优于传统方法[43]。其核心指标预期违约频率(EDF)是一个具有统计学意义和经济意义的信用风险因子, 其解释力已在市场中得到有力印证[44]。尽管机器学习与深度学习模型在预测精度上有优势, 但其“黑盒”特性导致解释能力弱, 对训练数据要求高且耗时。因此, 在评价环保投资这类新兴因素的信用风险时, 仍需考虑传统方式与新方法的优化结合, 而 KMV 模型的结构化优势为本研究提供了适宜的分析框架。

进一步地, 企业环保投资与信用风险之间的 U 型非线性关系并非一成不变, 其形态与拐点可能受到内外部因素的调节。内部控制作为企业规范自律与持续发展的基础, 其调节作用值得深入探讨。中国财政部颁布的《企业内部控制应用指引》与《企业内部控制基本规范》均强调了企业在环境保护、资源节约方面的责任与风险, 凸显了内部控制对规范环保投资与管理相关风险的重要性。有效性水平不同的内部控制下, 企业环保投资对信用风险的非线性影响可能存在显著差异。

良好的内部控制机制通过合理分配企业资源和提高财务透明度, 能促进环保投资的实施效率, 并增强企业的风险监管与合规能力, 从而减少因违规或管理不善导致的信用风险。现有研究对此提供了不同视角的证据, Du et al. (2017)发现, 虽然贷款人对高环境绩效企业表示赞赏, 但内部控制却削弱了企业环

境绩效与债务利率之间的负相关关系[45]。类似地,企业内部控制缺陷(ICW)对 ESG 评级和绿色表现呈现显著负向调节作用[46]。这可能意味着,在内部控制水平较低时,企业进行环保投资更能作为一种向市场传递的积极信号,从而显著降低风险;而当内控水平较高时,市场对企业行为的预期更稳定,环保投资的边际信号效应减弱。但另一方面,有研究揭示了负责任的投资实践有助于降低风险[47],而企业内部控制在其中扮演了促进可持续商业实践的角色。依前述分析,预期随内部控制水平提高,企业能更有效地管理环保投资的成本与风险,避免过度投资带来负面效应,从而使得环保投资达到一定水平后,信用风险不会显著上升。即内部控制将有助于“抚平”环保投资与信用风险之间的 U 型曲线。基于此,研究提出第二个假说:

H2: 内部控制会调节企业环保投资与信用风险之间的曲线关系,随着内部控制水平升高,环保投资和信用风险的 U 型非线性关系减弱。

3. 研究设计与数据说明

(一) 样本选取及数据来源

根据上述理论分析,探讨环保投资对企业信用风险的影响效应。为标准化财务参数,剔除金融行业企业、以环境保护为主营业务方向的企业、年报不全企业;样本期区间从 2016 年开始,删除 2016 年以后上市的企业;删除财务状况存在异常情况的公司样本,主要包括:去掉总资产小于 0 的样本,去掉总资产小于固定资产、无形资产、流动资产或总负债的样本、总负债小于 0 的样本、长期负债或流动负债大于总负债的样本。最终得到 2016~2023 年 1186 家上市企业共计 9488 个样本观测值,本文数据来源于 CSMAR 数据库以及 Wind 数据库。

(二) 模型设定和指标选取

(1) 模型设定

为探究环保投资对企业信用风险的影响效应,本文构建如下研究模型。鉴于理论分析中可能存在的“U 型”关系,将环保投资水平及其二次项同时纳入模型进行探究。基于假设 1,构建如下模型:

$$CR_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 GInv_{i,t} + \beta_2 GInv_{i,t}^2 + \beta_3 Controls_{i,t} + \mu_i + \theta_t + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

式中, i 代表企业个体, t 代表年份,被解释变量($CR_{i,t}$)表示企业信用风险。 β_i 为模型估计参数,核心解释变量($GInv_{i,t}$)代表上市企业环保投资, $Controls$ 表示其他所有控制变量,包括其他影响企业信用风险的因素,如企业盈利能力、偿债能力、企业规模、运营能力、周转情况、政府补助等。 μ_i 、 θ_t 代表个体固定效应和年度固定效应, $\varepsilon_{i,t}$ 为随机扰动项。

(2) 指标选取

核心解释变量: 企业环保投资。研究选用上市公司年报在建工程科目的明细项中,与环境保护直接相关的支出以衡量企业环保投资水平,对环保投入如脱硫项目、脱硝项目、污水处理、废气、除尘、节能等项目数据进行加总,最终得到企业当年环保投资增加额。

被解释变量: 上市企业信用风险。利用财务比率可以更有效地评估公司的信用度,同时,上市公司股价可得性高、交易更活跃等特性使其能更好展开测度。KMV 模型在中国上市企业信用风险的测算中得到广泛验证,其基于现代期权定价理论来衡量信用风险,并包含动态研究和预测功能,适用复杂多变的市场环境。KMV 模型视作债券发行人持有一份欧式看涨期权,其执行价格为企业负债,标的价值为企业资产。公司负债的到期日等同于行权日,如果公司负债低于公司价值,则等同于行权。如果公司负债超过公司价值,公司选择不行使期权,这相当于违约。当债务到期时,违约距离越大,信用风险越低,反之亦然。被解释变量信用风险(CR)的测度框架和方法简述如下:

KMV 模型利用期权定价公式 BSM,反映企业资产价值(V_A)、资产价值波动率(σ_A)、负债(V_D)、股

权价值(V_E)、股权价值波动率(σ_E)的相互关系,通过已知参数反解得样本企业的资产价值及其波动率;利用企业负债的账面价值测算违约点;结合前述参数计算企业样本违约距离 DD 和违约概率,即信用风险。

(1) 资产价值(V_A)及资产价值波动率(σ_A)

利用欧式看涨期权定价理论,计算企业资产价值及波动率。其余参数可知。

关于企业股权价值 V_E 和企业股权价值波动率 σ_E , 研究样本中仍有部分存在国有股和法人股为非流通股的上市企业,为减少误差,企业股权价值取流通股和非流通股股权价值之和。

企业股权价值波动率以企业个股日回报标准差计算。实际市场中波动率会存在均值复归,为避免当前与长期波动率有差异,直接使用平方根法则造成波动率估计误差。本文为个股日回报赋权重,引入长期方差形成 GARCH(1,1)模型如下:

$$\sigma_n^2 = \gamma V_L + \alpha r_{n-1}^2 + \beta \sigma_{n-1}^2 \quad (2)$$

其中, r_{n-1}^2 指第 $n-1$ 天回报的平方值, α 为其权重; σ_{n-1}^2 指第 $n-1$ 天回报方差的估计值, β 为其权重; V_L 指长期方差水平, γ 为其权重。最后,股权价值年波动率 $\sigma_E = \sigma_0 * \sqrt{T}$, T 取 250。

关于企业负债价值 V_D 、无风险利率 r 和债务期限 T , 本文选取样本企业 2015~2022 年年报披露的流动负债和长期负债计算违约点。以中国人民银行一年期存款基准利率为无风险利率,研究时段内 r 取 1.5%。此外,统一债务期限 T 为 1 年。

代入下式计算得企业资产价值(V_A)及资产价值波动率(σ_A),列示如下:

$$V_E = V_A N(d_1) - V_D e^{-rT} N(d_2) \quad (3)$$

$$\sigma_E = \frac{V_A N(d_1)}{V_E} \sigma_A \quad (4)$$

$$d_1 = \frac{\ln \frac{V_A}{V_D} + \left(r + \frac{1}{2} \sigma_A^2 \right) T}{\sigma_A \sqrt{T}} \quad (5)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma_A \sqrt{T} \quad (6)$$

其中,

$N(X)$ 为标准正态分布的累计分布函数; r 为无风险利率; T 为到期期限。

(2) 样本企业的违约点(DPT)

KMV 模型中企业的股权价值被看作看涨期权的价值,执行价格是公司负债,而负债取企业短期负债账面价值与长期负债账面价值的一半加总为宜,违约点计算如下:

$$DPT = STD + 0.5 * LTD \quad (7)$$

其中: DPT 为违约点; STD 为短期负债; LTD 为长期负债;

(3) 违约距离(DD)和信用风险(CR)

违约距离 DD 表示负债到期时企业资产与违约点的距离,能较好反映信用情况。结合式(3)~(7),借助式(8)求解违约距离:

$$DD = \frac{V_A - DPT}{V_A \sigma_A} \quad (8)$$

违约概率(CR)的估算需参照大量违约数据,但中国企业违约数据仍不完善,难以基于历史数据完成违约距离和违约概率的高拟合映射。故本文沿用 KMV 模型假设企业资产价值服从几何布朗运动,估算

违约概率为:

$$CR = N(-DD)$$

(9)

控制变量: 考虑企业信用风险会受到环保投资的影响, 还存在其他影响因素, 参考相关研究[48]-[50], 从企业内外部视角选取相应指标作为控制变量, 包括企业盈利能力(*ROA*)、偿债能力(*LEV*)、企业规模(*SZ*)、周转情况(*TATO*)和企业绿色绩效(*GGP*)。变量定义和相关说明详见表 1。

Table 1. Definition and description of variables
表 1. 各变量定义和说明

变量性质	变量名称	变量符号	变量定义
被解释变量	信用风险	<i>CR</i>	计算方法详见上文
解释变量	企业环保投资	<i>GInv</i>	测度方法详见上文
调节变量	内部控制	<i>IC</i>	迪博上市公司内部控制指数取对数
中介变量	管理者不确定性感知	<i>Unk</i>	将企业管理者不确定性感知界定为企业对以经济和政策不确定性为主的宏观不确定性的感知程度[51], 并通过文本挖掘方法, 从上市公司年报 MD&A 中提取特定的文本内容, 以此构建企业不确定性感知指标。
	企业规模	<i>SZ</i>	年末总资产的自然对数
控制变量	绿色绩效	<i>GGP</i>	参考张云等(2024)和姜广省等(2021)的研究[52] [53], 计得公司参与绿色治理的正面得分与负面得分, 采用 Janis-Fadner 系数依下列公式测度企业的绿色绩效: $GGP = \begin{cases} (p^2 - p \times q)/r^2, & \text{if } p > q \\ (p \times q - q^2)/r^2, & \text{if } p < q \\ 0, & \text{if } p = q \end{cases}$ GGP 取值[-1, 1], 值越大, 表明企业绿色绩效越高。
	企业杠杆	<i>LEV</i>	资产负债率, 总账面负债/总资产
	总资产报酬率	<i>ROA</i>	(利润总额 + 财务费用)/平均资产总额
	流动比率	<i>CUR</i>	流动资产/流动负债
	总资产周转率	<i>TATO</i>	营业收入/平均资产总额

4. 实证结果与分析

(一) 描述性统计分析

对样本面板数据进行分析, 表 2 报告了主要变量的描述性统计和变量间相关性分析, 从 Pearson 相关性检验的结果可知, 两两变量间的相关系数值都小于 0.5, 本文构建的多元线性回归模型不存在很严重的多重共线性问题。企业环保投资水平与信用风险($r = -0.066, p < 0.01$)呈显著负相关关系, 企业进行环保投资能发挥缓释风险的作用得到初步验证。

Table 2. Descriptive statistics analysis of variables and correlation analysis of variables
表 2. 描述性统计和相关性分析

变量	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>CR</i>	1.56	2.26	1								
<i>GInv</i>	8.09	8.63	-0.066**	1							

续表

<i>IC</i>	6.16	1.38	-0.127**	0.070**	1						
<i>SZ</i>	22.75	1.33	-0.204**	0.264**	0.153**	1					
<i>CUR</i>	1.91	1.86	0.017+	-0.120**	0.003	-0.292**	1				
<i>TATO</i>	0.64	0.55	-0.015	-0.011	0.037**	0.051**	-0.062**	1			
<i>GGP</i>	0.56	0.46	-0.064**	0.062**	0.156**	0.153**	-0.028**	0.023*	1		
<i>LEV</i>	0.46	0.21	-0.003	0.140**	-0.047**	0.401**	-0.551**	0.075**	0.025*	1	
<i>ROA</i>	4.81	7.94	-0.024*	0.052**	0.153**	0.133**	0.160**	0.140**	0.045**	-0.238***	1

注: N = 9488, *p < 0.05; **p < 0.01; +p < 0.10。

(二) 回归结果分析

(1) 企业环保投资与信用风险: 曲线假设

根据前述理论假设和面板计量回归模型, 研究采用 2016~2023 年非专门从事环保类上市企业数据, 实证检验了企业环保投资对信用风险的非线性影响, Hausman 检验结果发现, p 值小于 0.01, 研究设置双向固定效应模型, 结果见表 3。为了验证假设, 研究先估计了一个线性模型(模型 1), 将企业信用风险与环保投资、相关控制变量等进行回归。模型解释了信用风险变异的 14.7%, 表 3 列出了模型 1 的估计值。在模型 1 的基础上, 研究加入了环保投资的平方项对企业信用风险的影响(模型 2)来验证假设 1。从表 3 可以看出, 环保投资和企业信用风险呈负相关($B = -0.034$, $SE = 0.016$, $p < 0.05$), 环保投资的平方项为正项($B = 0.002$, $SE = 0.001$, $p < 0.1$), 表明环保投资水平和企业信用风险间呈 U 型关系, 即环保投资在一定限度下有利于企业信用风险的缓释, 存在一个最佳阈值, 拐点为 $X_1 = -\beta_1 / (2 \times \beta_2) = 10.34$, 假设 1 得到了支持。

Table 3. Regression results of corporate environmental investment on credit risk**表 3.** 企业环保投资对信用风险的回归结果

	CR	CR	CR
VARIABLES	(模型 1)	(模型 2)	(模型 3)
<i>GInv</i>	-0.006** (-2.00)	-0.034** (-2.07)	-0.231*** (-2.98)
<i>GInv</i> ²		0.002* (1.72)	0.011** (2.31)
<i>GInv</i> * <i>IC</i>			0.032*** (2.64)
<i>GInv</i> ² * <i>IC</i>			-0.001** (-2.03)
<i>IC</i>	0.006 (0.32)	0.007 (0.35)	-0.044* (-1.90)
<i>SZ</i>	-0.275*** (-4.23)	-0.290*** (-4.41)	-0.286*** (-4.36)
<i>GGP</i>	-0.114**	-0.113**	-0.112**

续表

	(-2.13)	(-2.10)	(-2.09)
<i>LEV</i>	0.901***	0.890***	0.877***
	(4.81)	(4.75)	(4.68)
<i>ROA</i>	0.015***	0.015***	0.016***
	(4.44)	(4.46)	(4.67)
<i>CUR</i>	-0.024	-0.024	-0.022
	(-1.22)	(-1.19)	(-1.11)
<i>TATO</i>	0.092	0.093	0.081
	(0.97)	(0.98)	(0.85)
<i>Cons_</i>	8.123***	8.443***	8.669***
	(5.61)	(5.78)	(5.94)
<i>Year/Firm</i>	Yes	Yes	Yes
<i>Obs</i>	9488	9488	9488
<i>R</i> ²	0.147	0.148	0.150
<i>F</i>	95.49	89.73	80.94

注: t-statistics in parentheses; *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$ 。

(2) 内部控制的调节效应

假设 2 提出, 企业环保投资对信用风险的曲线效应受到内部控制的调节。为了验证这一假设, 研究在模型 2 中加入环保投资平方与内部控制的交互项, 从而估计了一个调节模型(模型 3)。如表 3 所示, “环保投资”与“内部控制”的交互作用显著为正, 同时, “环保投资的平方”与“内部控制”的交互作用显著为负, 该模型占信用风险变异的 15.0%, 即内部控制减弱了环保投资与信用风险的 U 型非线性关系, 假说 2 得到了验证。随着内部控制水平升高, 环保投资和信用风险的 U 型非线性关系减弱, 在拐点左侧, 每单位环保投资的增加带来的信用风险降低更少; 而在拐点右侧, 每单位环保投资的增加所引致信用风险上升的影响被减弱。内部控制通过控制企业合规性和管理完善等缓解过度环保投资对信用风险带来的不利影响, 但同时也压缩了一定限度环保投资降低风险的利好空间, 企业通过平衡环保投资水平和内部控制力度以实现更好的信用风险控制, 并从中获得更大收益。

为更准确描述内部控制对环保投资与信用风险之间非线性关系的调节作用, 参考 Aiken & West (1991)、Cohen *et al.* (2003)等的研究[54] [55], 以下测试了企业信用风险回归的线性斜率和曲率。具体来说, 内部控制(IC)对企业环保投资(GInv)和信用风险(CR)之间的线性关系的调节作用方程如下:

$$CR_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 GInv_{i,t} + \alpha_2 GInv_{i,t}^2 + \alpha_3 IC_{i,t} + \alpha_4 IC_{i,t} * GInv_{i,t} + \alpha_5 IC_{i,t} * GInv_{i,t}^2 + \alpha_6 Control_{i,t} + \mu_i + \theta_i + \varepsilon_{i,t} \quad (10)$$

将方程(10)重新排序, 以显示在调节变量 IC 上因变量 CR 对自变量 GInv 的回归, 可以提供进一步的启示, 如下所示:

$$CR_{i,t} = (\alpha_0 + \alpha_3 IC_{i,t}) + (\alpha_1 + \alpha_4 IC_{i,t}) * GInv_{i,t} + (\alpha_2 + \alpha_5 IC_{i,t}) * GInv_{i,t}^2 + \alpha_6 Control_{i,t} + \mu_i + \theta_i + \varepsilon_{i,t} \quad (11)$$

$$= intercept + slope * GInv_{i,t} + curvature * GInv_{i,t}^2 + \alpha_6 Control_{i,t} + \mu_i + \theta_i + \varepsilon_{i,t}$$

如方程(11)所示, 企业环保投资(GInv)和信用风险(CR)之间的关系由斜率项 $(\alpha_1 + \alpha_4 IC)$ 和曲率项

($\alpha_2 + \alpha_3 IC$) 计算得出, 斜率项和曲率项均以内部控制(IC)为条件。当曲率项显著时, 无论斜率项是否显著, 企业环保投资都将与信用风险产生曲线关系。相反, 当曲率项不显著但斜率项显著时, 环保投资和信用风险呈线性关系。如果斜率项和曲率项均不显著, 则环保投资和信用风险没有关系。参考 Aiken 和 West (1991)的做法, 绘制了“内部控制”条件值(高于/低于平均值 1SD)的交互作用图, 如图 1 所示。结果表明, 对于内部控制较高的企业, 斜率项为正不显著, 曲率项也不显著, 则在企业处于内部控制高水平时, 绿色投资对风险控制是有损害的, 绿色投资和信用风险大致呈正向关系; 当内部控制水平较低时, 绿色投资和信用风险呈 U 型关系, 同时 U 型的两侧变得更加陡峭, 随着内部控制的水平上升, 环保投资和信用风险的 U 型关系趋缓, 进一步支持了假设 2。

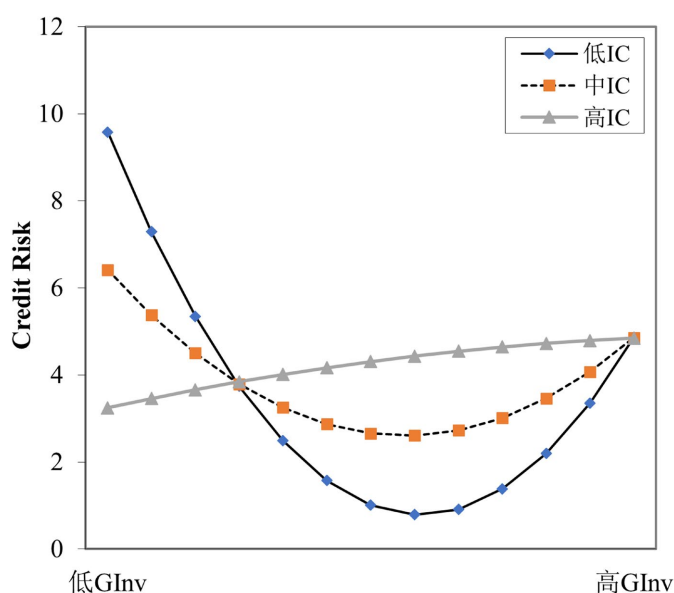


Figure 1. Curvilinear relationship between corporate environmental investment and credit risk (modulated by internal controls)

图 1. 企业环保投资和信用风险曲线关系(由内部控制调节)

(三) 稳健性检验

本文进行了替换被解释变量的稳健性检验, 参考 Altman (1968)和 Favara *et al.* (2017)的研究, 采用 Z-score 指数衡量企业违约风险, 进行稳健性检验。其计算公式为 $Z\text{-score} = 0.012 \times \text{营运资金/资产总额} + 0.014 \times \text{留存收益/资产总额} + 0.03 \times \text{息税前利润/资产总额} + 0.006 \times \text{总市值/负债账面价值} + 0.999 \times \text{销售收入/资产总额}$, Z-score 越大, 违约风险越小。此外, 本文还进行了缩短研究年限到 2019~2023 近五年数据进行稳健性检验, 企业环保投资与信用风险之间的 U 型关系、内部控制的调节作用以及企业高管不确定性感知的中介作用始终成立, 与前文结论保持一致, 限于篇幅, 此处未列示具体检验结果。

5. 结论与建议

本研究的发现为理解企业绿色转型的“风险-收益”权衡提供了新视角, 后续研究可进一步探讨环保投资在供应链协同、碳市场联动等场景下的风险传导路径, 为完善可持续发展政策工具箱提供理论支撑。研究揭示了环保投资与企业信用风险之间复杂的非线性动态关系。实证结果表明, 环保投资存在显著的阈值效应: 当投资规模低于临界值时, 企业通过获取环境合法性、驱动绿色技术创新与缓解融资约束等渠道有效降低信用风险; 但过度投资引发的资源挤占与成本沉没效应将逆转风险缓释机制, 导致信

用风险非线性攀升。进一步研究发现, 内部控制质量提升可显著扩展环保投资的效益区间。

基于上述发现, 本文提出以下政策建议: 其一, 构建分类精准的环境治理体系。建议生态环境部门联合行业协会建立动态环保投资阈值标准, 对电力、钢铁等高碳排行业实施“阶梯式”环保投资指引, 将绿色专利持有量等创新指标纳入环保考核, 通过税收抵免激励企业技术创新; 其二, 强化企业风险防控能力。证监会应修订上市公司内控指引, 强制要求披露环保投资决策流程与风险评估报告, 推动第三方机构开发“环保投资效率审计”服务, 引导企业平衡环境责任与财务稳健性; 其三, 创新绿色金融支持工具。鼓励金融机构设计环保投资超额损失保险产品, 探索将碳减排强度与债券发行利率挂钩的定价机制, 对单位投资减排量达标的企业提供融资额度溢价。

参考文献

- [1] Filho, W.L., Setti, A.F.F., Azeiteiro, U.M., Lokupitiya, E., Donkor, F.K., Etim, N.N., *et al.* (2022) An Overview of the Interactions between Food Production and Climate Change. *Science of the Total Environment*, **838**, Article ID: 156438. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156438>
- [2] Huang, L. (2024) Green Bonds and ESG Investments: Catalysts for Sustainable Finance and Green Economic Growth in Resource-Abundant Economies. *Resources Policy*, **91**, Article ID: 104806. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2024.104806>
- [3] Khan, M.A., Riaz, H., Ahmed, M. and Saeed, A. (2022) Does Green Finance Really Deliver What Is Expected? An Empirical Perspective. *Borsa Istanbul Review*, **22**, 586-593. <https://doi.org/10.1016/j.bir.2021.07.006>
- [4] Martinez-Oviedo, R. and Medda, F. (2018) Real Natural Assets: The Real Green Investment Alternative. *The Journal of Alternative Investments*, **21**, 53-69. <https://doi.org/10.3905/jai.2018.21.3.053>
- [5] Porter, M.E. and Linde, C.V.D. (1995) Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship. *Journal of Economic Perspectives*, **9**, 97-118. <https://doi.org/10.1257/jep.9.4.97>
- [6] Clarkson, P.M., Li, Y. and Richardson, G.D. (2004) The Market Valuation of Environmental Capital Expenditures by Pulp and Paper Companies. *The Accounting Review*, **79**, 329-353. <https://doi.org/10.2308/accr.2004.79.2.329>
- [7] Gray, W.B. and Shadbegian, R. (1993) Environmental Regulation and Manufacturing Productivity at the Plant Level. <https://www.nber.org/papers/w4321#:~:text=We%20analyze%20the%20connection%20between%20productivity%2C%20pollution%20abatement,plants%20in%20three%20industries%20%28pa-per%2C%20oil%2C%20and%20steel%29>
- [8] Orsato, R.J. (2006) Competitive Environmental Strategies: When Does It Pay to Be Green? *California Management Review*, **48**, 127-143. <https://doi.org/10.2307/41166341>
- [9] Chen, Y., Li, T., Zeng, Q. and Zhu, B. (2023) Effect of ESG Performance on the Cost of Equity Capital: Evidence from China. *International Review of Economics & Finance*, **83**, 348-364. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2022.09.001>
- [10] Li, R. and Ramanathan, R. (2020) Can Environmental Investments Benefit Environmental Performance? The Moderating Roles of Institutional Environment and Foreign Direct Investment. *Business Strategy and the Environment*, **29**, 3385-3398. <https://doi.org/10.1002/bse.2578>
- [11] Sun, C., Skapa, S., Liu, J., Horak, J. and Yang, Y. (2021) Does Core Competence Affect Corporate Social Responsibility? *Journal of Competitiveness*, **13**, 132-150. <https://doi.org/10.7441/joc.2021.04.08>
- [12] Caramichael, J. and Rapp, A.C. (2024) The Green Corporate Bond Issuance Premium. *Journal of Banking & Finance*, **162**, Article ID: 107126. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2024.107126>
- [13] Suchman, M.C. (1995) Managing Legitimacy: Strategic and Institutional Approaches. *The Academy of Management Review*, **20**, 571-610. <https://doi.org/10.2307/258788>
- [14] Xiang, Y., Jia, M. and Zhang, Z. (2021) Hiding in the Crowd: Government Dependence on Firms, Management Costs of Political Legitimacy, and Modest Imitation. *Journal of Business Ethics*, **176**, 629-646. <https://doi.org/10.1007/s10551-020-04709-9>
- [15] Zhang, N., Lin, X., Yu, Y. and Yu, Y. (2020) Do Green Behaviors Improve Corporate Value? An Empirical Study in China. *Journal of Cleaner Production*, **246**, Article ID: 119014. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119014>
- [16] Maxwell, J., Rothenberg, S., Briscoe, F. and Marcus, A. (1997) Green Schemes: Corporate Environmental Strategies and Their Implementation. *California Management Review*, **39**, 118-134. <https://doi.org/10.2307/41165902>
- [17] Pelozo, J. (2009) The Challenge of Measuring Financial Impacts from Investments in Corporate Social Performance. *Journal of Management*, **35**, 1518-1541. <https://doi.org/10.1177/0149206309335188>

- [18] Guo, X., Chen, S. and Liu, C. (2025) Business Environment Optimization Effects on Enterprise Environmental Protection Investment. *Finance Research Letters*, **71**, Article ID: 106423. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2024.106423>
- [19] Li, R., Xu, G. and Ramanathan, R. (2022) The Impact of Environmental Investments on Green Innovation: An Integration of Factors That Increase or Decrease Uncertainty. *Business Strategy and the Environment*, **31**, 3388-3405. <https://doi.org/10.1002/bse.3090>
- [20] Kong, X., Pan, Y., Sun, H. and Taghizadeh-Hesary, F. (2020) Can Environmental Corporate Social Responsibility Reduce Firms' Idiosyncratic Risk? Evidence from China. *Frontiers in Environmental Science*, **8**, Article 608115. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.608115>
- [21] Ji, L., Jia, P. and Yan, J. (2021) Green Credit, Environmental Protection Investment and Debt Financing for Heavily Polluting Enterprises. *PLOS ONE*, **16**, e0261311. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261311>
- [22] Coelho, R., Jayatilal, S. and Ferreira, J.J. (2023) The Impact of Social Responsibility on Corporate Financial Performance: A Systematic Literature Review. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, **30**, 1535-1560. <https://doi.org/10.1002/csr.2446>
- [23] Kim, S. and Li, Z. (2021) Understanding the Impact of ESG Practices in Corporate Finance. *Sustainability*, **13**, Article 3746. <https://doi.org/10.3390/su13073746>
- [24] Walley, N. and Whitehead, B. (1994) It's Not Easy Being Green. *Reader in Business and the Environment*, **36**, 4.
- [25] Yang, C., Zhao, C. and Zhang, A. (2023) The Influence of Environmental Protection Investment on Financial Risk of Shanghai and Shenzhen A-Share Listed Companies an Empirical Study Based on Heavily Polluted Industries. *E3S Web of Conferences*, **409**, Article ID: 05005. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340905005>
- [26] Nehrt, C. (1996) Timing and Intensity Effects of Environmental Investments. *Strategic Management Journal*, **17**, 535-547. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1097-0266\(199607\)17:7<535::aid-smj825>3.0.co;2-9](https://doi.org/10.1002/(sici)1097-0266(199607)17:7<535::aid-smj825>3.0.co;2-9)
- [27] Qiu, Y., Tang, Y., Ren, X., Moro, A. and Taghizadeh-Hesary, F. (2024) Corporate Environmental Responsibility's Influence on Risk-Taking in Chinese A-Share Listed Companies. *Review of Accounting and Finance*, **23**, 715-741. <https://doi.org/10.1108/raf-03-2024-0096>
- [28] Jo, H., Kim, H. and Park, K. (2014) Corporate Environmental Responsibility and Firm Performance in the Financial Services Sector. *Journal of Business Ethics*, **131**, 257-284. <https://doi.org/10.1007/s10551-014-2276-7>
- [29] Aroui, M.E.H., Caporale, G.M., Rault, C., Sova, R. and Sova, A. (2012) Environmental Regulation and Competitiveness: Evidence from Romania. *Ecological Economics*, **81**, 130-139. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.07.001>
- [30] Zhang, M., Zhang, J., Ma, R. and Chen, X. (2019) Quantifying Credit Risk of Supply Chain Finance: A Chinese Automobile Supply Chain Perspective. *IEEE Access*, **7**, 144264-144279. <https://doi.org/10.1109/access.2019.2939287>
- [31] Baker, M., Bergstresser, D., Serafeim, G. and Wurgler, J. (2022) The Pricing and Ownership of US Green Bonds. *Annual Review of Financial Economics*, **14**, 415-437. <https://doi.org/10.1146/annurev-financial-111620-014802>
- [32] Caragnano, A., Mariani, M., Pizzutillo, F. and Zito, M. (2020) Is It Worth Reducing GHG Emissions? Exploring the Effect on the Cost of Debt Financing. *Journal of Environmental Management*, **270**, Article ID: 110860. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110860>
- [33] Krüger, P. (2015) Corporate Goodness and Shareholder Wealth. *Journal of Financial Economics*, **115**, 304-329. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2014.09.008>
- [34] Flammer, C. (2021) Corporate Green Bonds. *Journal of Financial Economics*, **142**, 499-516. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2021.01.010>
- [35] Kahneman, D. and Tversky, A. (2013) Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. In: MacLean, L.C. and Ziemba, W.T., Eds., *Handbook of the fundamentals of Financial Decision Making: Part I*, World Scientific, 99-127. https://doi.org/10.1142/9789814417358_0006
- [36] Malmendier, U. and Tate, G. (2015) Behavioral Ceos: The Role of Managerial Overconfidence. *Journal of Economic Perspectives*, **29**, 37-60. <https://doi.org/10.1257/jep.29.4.37>
- [37] Mai, F., Tian, S., Lee, C. and Ma, L. (2019) Deep Learning Models for Bankruptcy Prediction Using Textual Disclosures. *European Journal of Operational Research*, **274**, 743-758. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.10.024>
- [38] Eisenbeis, R.A. (1978) Problems in Applying Discriminant Analysis in Credit Scoring Models. *Journal of Banking & Finance*, **2**, 205-219. [https://doi.org/10.1016/0378-4266\(78\)90012-2](https://doi.org/10.1016/0378-4266(78)90012-2)
- [39] Altman, E.I. (1968) Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy. *The Journal of Finance*, **23**, 589-609. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1968.tb00843.x>
- [40] Heaton, J. (2017) Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville: Deep Learning. *Genetic Programming and Evolvable Machines*, **19**, 305-307. <https://doi.org/10.1007/s10710-017-9314-z>
- [41] Aziz, S. and Dowling, M. (2018) Machine Learning and AI for Risk Management. In: Lynn, T., Mooney, J., Rosati, P.

- and Cummins, M., Eds., *Disrupting Finance*, Springer, 33-50. https://doi.org/10.1007/978-3-030-02330-0_3
- [42] García, V., Marqués, A.I. and Sánchez, J.S. (2019) Exploring the Synergetic Effects of Sample Types on the Performance of Ensembles for Credit Risk and Corporate Bankruptcy Prediction. *Information Fusion*, **47**, 88-101. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2018.07.004>
- [43] Altman, E.I. and Saunders, A. (1997) Credit Risk Measurement: Developments over the Last 20 Years. *Journal of Banking & Finance*, **21**, 1721-1742. [https://doi.org/10.1016/s0378-4266\(97\)00036-8](https://doi.org/10.1016/s0378-4266(97)00036-8)
- [44] Vogelheim, J. (2020) Determinants of European Bank Credit Default Swap Spreads. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3614839>
- [45] Du, X., Weng, J., Zeng, Q., Chang, Y. and Pei, H. (2015) Do Lenders Applaud Corporate Environmental Performance? Evidence from Chinese Private-Owned Firms. *Journal of Business Ethics*, **143**, 179-207. <https://doi.org/10.1007/s10551-015-2758-2>
- [46] Boulhaga, M., Bouri, A., Elamer, A.A. and Ibrahim, B.A. (2022) Environmental, Social and Governance Ratings and Firm Performance: The Moderating Role of Internal Control Quality. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, **30**, 134-145. <https://doi.org/10.1002/csr.2343>
- [47] Zhao, Y., Elahi, E., Khalid, Z., Sun, X. and Sun, F. (2023) Environmental, Social and Governance Performance: Analysis of CEO Power and Corporate Risk. *Sustainability*, **15**, Article 1471. <https://doi.org/10.3390/su15021471>
- [48] West, D. (2000) Neural Network Credit Scoring Models. *Computers & Operations Research*, **27**, 1131-1152. [https://doi.org/10.1016/s0305-0548\(99\)00149-5](https://doi.org/10.1016/s0305-0548(99)00149-5)
- [49] Habib, A.M. (2023) Does Real Earnings Management Affect a Firm's Environmental, Social, and Governance (ESG), Financial Performance, and Total Value? A Moderated Mediation Analysis. *Environment, Development and Sustainability*, **26**, 28239-28268. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03809-6>
- [50] Liu, S., Zhao, H. and Kong, G. (2023) Enterprise Digital Transformation, Breadth of Ownership and Stock Price Volatility. *International Review of Financial Analysis*, **89**, Article ID: 102713. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2023.102713>
- [51] 聂辉华, 阮睿, 沈吉. 企业不确定性感知、投资决策和金融资产配置[J]. 世界经济, 2020, 43(6): 77-98.
- [52] 张云, 吕纤, 韩云. 机构投资者驱动企业绿色治理: 监督效应与内在机理[J]. 管理世界, 2024, 40(4): 197-221.
- [53] 姜广省, 卢建词, 李维安. 绿色投资者发挥作用吗?——来自企业参与绿色治理的经验研究[J]. 金融研究, 2021(5): 117-134.
- [54] Aiken, L.S., West, S.G. and Reno, R.R. (1991) *Multiple Regression: Testing and Interpreting Interactions*. Sage.
- [55] Cohen, J., Cohen, P., West, S.G. and Aiken, L.S. (2013) *Applied Multiple Regression/Correlation Analysis for the Behavioral Sciences*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203774441>