

气候风险对企业绿色创新的影响研究

张瑞琛¹ 温磊² 林云舟¹

(1. 福建农林大学经济与管理学院, 福州 350002; 2. 北京外国语大学国际商学院, 北京 100089)

摘要: 企业是否采用积极的行为来应对气候变化带来的风险, 是社会公众十分关注的问题。文章以 2007–2022 年 A 股上市公司为样本, 实证检验了气候风险对企业绿色创新的影响和作用机制。研究发现: 气候风险水平越高, 企业的绿色创新水平也会越高; 机制检验发现, 加强分析师关注、媒体关注, 促进企业参与数字化转型以及约束管理者的短视问题, 能够强化气候风险对企业绿色创新的积极影响; 异质性分析发现, 气候风险对企业绿色创新的积极效应在国有企业中更明显; 不同类型气候风险的分析发现, 仅有转型风险能够促进企业绿色创新能力提升, 严重风险和慢性风险则没有显著影响; 进一步分析发现, 气候风险也会促进企业整体创新水平提升, 并可通过促进企业提升绿色创新能力来改善企业 ESG 表现。研究结论对于引导企业提升绿色创新能力、积极应对气候变化具有重要意义。

关键词: 气候风险 企业绿色创新 ESG 表现

中图分类号: F425; F273.1

文献标识码: A

一、引言

近年来, 气候变化引起的极端天气气候事件愈加频发, 强度也有所增加, 加剧了自然灾害的发生与发展。2023 年上半年, 创纪录的冬季高温席卷欧洲, 美国遭遇“速冻”寒潮, 热带气旋“加布丽埃尔”突袭新西兰, 巴西暴雨灾害造成重大人员伤亡, 加拿大野火持续蔓延……。联合国政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 发布的《AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023》指出, 人类活动造成的温室气体排放是导致全球变暖的原因, 2011 年至 2020 年, 全球地表温度比 1850 年至 1900 年升高了 1.1 摄氏度, 且预计 2030 年全球温室气体排放量可能致使全球气温升幅超过 1.5 摄氏度。此外, 报告指出, 由于人类因素导致的全球气候变化已经使诸多地区出现极端天气和气候事件, 对人类社会造成了广泛的不利影响以及相关的损失与损害, 尽管各个部门和区域采取了一系列措施来适应气候变化和减轻气候影响, 但由于现金流不足等问题进展缓慢。我国政府高度重视气候变化。二十大报告指出, 要“统筹产业结构调整、污染治理、生态保护、应对气候变化, 协同推进降碳、减污、扩绿、增长, 推进生态优先、节约集约、绿色低碳发展”, 共建美丽中国。在此背景下, 探索企业如何应对气候变化进而提升可持续发展能力具有重要意义, 这也是推进“双碳”目标实现的关键所在。

从已有研究来看, 关于气候风险影响后果的研究涉及权益资本成本^[1]、企业违约率^[2]、商业银行风险承担^[3]以及农业经济发展^[4]等多个方面, 但较少关注企业如何应对气候变化带来的风险。从气候风险的衡量指标来看, 包括气温异常 (或标准化气温)^[4]、主要气象灾害造成的直接经济损失^[5]、温室气体排放^[6]等, 大多是从宏观视角衡量的, 难以反映企业层面的气候风险。即使是处于同一地区的企业, 也会由于行业特征、资源禀赋等差异而面临不同的气候风险。Nagar 和 Schoenfeld^[7]、杜剑等^[1]采用文本分析的方式来衡量气候风险, 能够有效反映企业层面的企业风险, 以该指标来分析其对企业的影响, 研究结论更加合理。在此背景下, 本文试图弄清楚在气候风险影响下, 企业是否会努力提升绿色创新能力来应对气候变化。为此, 本文以 2007–2022 年 A 股上市公司为样本, 实证检验了气候风险对企业绿色创新的影响和作用机制。

与已有研究相比,本文的边际贡献在于:(1)丰富了气候风险经济后果的研究。目前对于气候风险影响后果的研究大多集中于气候变化带来的经济损失和为企业带来的转型风险,较少关注企业如何应对气候风险。与本文类似的研究是 Ren 等^[8]的研究,其关注气候风险影响下企业的碳排放行为,有别于企业的绿色创新。本文研究了气候风险对企业绿色创新的影响,丰富了气候风险经济后果的研究。(2)拓展了企业绿色创新影响因素的研究。关于企业绿色创新影响因素的研究,已有文献大多聚焦于环境规制,包括正式环境规制和非正式的环境规制,但鲜有探讨气候风险对企业绿色创新的影响。与本文研究类似的是罗进辉和巫奕龙^[9]的研究,其关注空气污染与企业绿色创新之间的关系。“气候风险”与“空气污染”有类似的地方,但本文关注的是企业层面的气候风险,与地区层面的空气污染具有显著差异。本文探讨了企业层面气候风险对企业绿色创新的影响,拓展了企业绿色创新影响因素的研究。(3)为引导企业提升绿色创新能力、推动企业参与绿色化转型提供了理论支持。本文的研究发现,分析师关注、媒体关注、数字化转型能够倒逼企业进行更多的绿色创新活动,管理者短视则会减少企业的绿色创新活动,且发现空气污染能通过提升企业绿色创新能力来改善企业的 ESG 表现。因此,要发挥好分析师和媒体的监督作用,推动企业参与数字化转型,并制定机制约束管理者的短视行为,从而促使企业持续提升绿色创新能力,改善企业的 ESG 表现,积极应对气候变化带来的风险。

二、文献综述与研究假设

(一) 气候风险经济后果的相关研究

气候风险是指极端天气、自然灾害、全球变暖等气候因素及社会向可持续发展转型对经济金融活动带来的不确定性(气候相关财务信息披露工作组,TCFD)。按照其特性和传导机制,可以将气候风险分为两大类:物理风险和转型风险^[10]。其中,物理风险是由于气候变化导致的极端天气和自然灾害引起的经济损失,其既包括由于高温、地震、洪灾、山火等突发性灾害引起的“严重风险”,又包括多雨、高湿高寒等长期、渐进性的“慢性风险”;转型风险是指社会向低碳经济和零排放过程中转型时伴生的政策成本和市场运营方面的风险^[1]。

目前关于气候风险经济后果的研究,主要分为3类:宏观层面^[4]、公共健康层面^[11]以及企业层面^[2],本文主要关注气候风险对企业的影响。陈国进等^[2]的研究发现,气候转型风险提高了企业的融资成本和资产减值损失,并降低了企业的营业收入增长率,从而致使企业违约率大大提高。杜剑等^[1]的研究表明,气候风险会影响无风险利率和企业的贝塔系数,并增加市场的不确定性,从而使得企业的权益资本成本大大提高。Sun 等^[5]分析了气候风险对矿业企业财务业绩的影响,发现不同类型的气候风险对企业财务业绩的影响存在差异,既有积极效应也有消极效应,企业需要积极采取措施来避免气候变化风险,从而改善其财务表现。

目前,尚未有研究关注气候风险对企业绿色创新的影响。比较相关的是 Ren 等^[8]的研究,其分析了气候风险对企业环境绩效的影响,发现国家气候风险水平的提升将促进企业碳排放,且气候风险评分处于高风险时,这种效应会更加明显。

(二) 企业绿色创新影响因素的相关研究

现有研究将企业进行绿色创新的原因归结为环境规制,包括正式环境规制和非正式环境规制。关于正式环境规制对企业绿色创新的影响,已有研究尚未达成一致。其一基于传统新古典理论,认为环境规制会将企业外部性污染内部化,增加的污染成本会对企业创新的资金产生挤占效应,从而抑制企业绿色创新^[9]。另一种观点认为,环境规制在增加企业成本的同时,也会促使企业进行技术创新,提升企业的生产效率,从而产生“补偿效应”,即环境规制可以促进企业绿色创新^[12]。非正式环境规制的研究认为,企业进行绿色创新是为了得到社会群体各方的认可和接受。刘亦文等^[13]的研究发现,媒体关注形成的激励效应和约束效应,会促使重污染企业努力提升绿色创新能力。Zhang 等^[14]的研究发现,具有政治关联的企业会通过积极参与绿色创新来回应政府对环保的呼吁。韩国文和甘雨田^[15]的研究探索了投资者

关注对企业绿色创新的影响,发现投资者通过媒介对企业进行监督,对其绿色环保活动施压,从而能提升企业的绿色创新水平。

此外,也有部分文献探索了企业特征和高管特质对企业绿色创新的影响。如企业数字化转型^[16]、企业社会责任^[17]、高管的学术经历^[12]以及高管团队异质性^[18]等。

综上所述,目前关于气候风险经济后果和企业绿色创新影响因素的研究已经比较丰富,但鲜有文献关注气候风险如何影响企业绿色创新。为此,本文试图弄清楚气候风险对企业绿色创新的影响和作用机制。

(三) 研究假设

气候风险对企业绿色创新可能存在正面和负面两个方面的影响:

气候风险可能抑制企业绿色创新。首先,气候风险可能加剧企业的融资约束问题,从而抑制企业绿色创新。自然灾害和极端天气事件可能破坏企业的设施和资产,造成生产中断和供应链中断,从而导致损失^[19]。这些损失可能会对企业的财务状况产生负面影响,降低企业的信用评级,增加融资成本,并限制企业获得融资的能力^[1]。同时,气候问题的日益严重,会使得政府部门加强环境规制,这会增加企业的运营成本,从而挤占企业用于绿色创新的资源^[20]。其次,气候风险可能会降低企业的人力资本质量,从而抑制企业绿色创新。已有研究认为,气候变化会对人类健康和生活造成严重威胁^[21],这一点在 IPCC 发布的气候变化报告中也得到了认证。而员工通常更喜欢在气候风险低的地区工作,特别是高素质的员工^[22],气候风险会使得一些高素质的员工向气候风险低的区域转移,难以为企业绿色创新提供人力支持。

气候风险可能促进企业绿色创新。首先,企业可能将绿色创新作为一种风险管理的方式。气候风险如极端天气事件和自然灾害可能对企业的运营和供应链造成重大影响^[23]。通过进行绿色创新,企业可以减少对有限资源的依赖,降低对气候风险的暴露度,从而更好地管理风险。其次,进行绿色创新可以提升企业竞争力。绿色创新可以帮助企业开发和推广更节能、低碳的技术和产品。这种创新不仅可以降低企业的运营成本,还可以提高产品的市场竞争力,满足消费者对环保产品的需求^[24]。在越来越意识到气候变化的背景下,具备绿色创新能力的企业更有可能获得市场份额。第三,进行绿色创新有助于树立良好的企业形象。气候变化已经成为全球关注的焦点,社会对企业的可持续发展要求日益增加。通过积极进行绿色创新,企业可以减少对环境的负面影响,提高资源的利用效率,实现可持续发展的目标,这样的举措有助于企业树立良好的企业形象,吸引消费者和投资者的青睐^[25]。第四,企业进行绿色创新是对国家法规和政策制定的一种回应。许多国家和地区已经出台了一系列的法规和政策,以鼓励和支持绿色创新,并颁布了环境规制方面的政策以约束企业的环境行为,企业进行绿色创新,有助于获得来自政府的支持,并避免可能存在的惩罚风险^[9]。

基于以上分析,提出如下竞争性假设:

假设 H1a: 气候风险会抑制企业绿色创新。

假设 H1b: 气候风险会促进企业绿色创新。

三、研究设计

(一) 样本选择与数据来源

本文选取 2007–2022 年我国 A 股上市企业作为初始样本,并在此基础上对样本做了如下筛选和处理:(1)剔除 ST、ST* 的公司样本;(2)剔除金融类行业公司样本;(3)剔除了关键变量缺失的公司样本;(4)对连续变量做了上下 1% 的缩尾处理,并对统计标准误在公司层面进行了聚类调整,最终得到 36029 个公司-年度观测数据。

气候风险的数据借助文构财经文本数据平台(WinGo)由年报文本整理获得,企业绿色创新的数据来自中国研究数据服务平台(CNRDS),其余数据均来源于国泰安数据库。

(二) 变量含义

1. 企业绿色创新

参考刘亦文等^[26]的研究,采用绿色专利申请总量加 1 的自然对数来衡量企业绿色创新。此外,作者采用企业获得的绿色专利总量进行了稳健性检验。

2. 气候风险

借鉴杜剑等^[1]的做法,采用年报中气候风险关键词词数与年报总词数的比值来衡量气候风险。为了表述方便,将其乘以 100。

其构造方法如下:首先,参考国家气象科学数据中心披露的信息、《中国气象灾害年鉴》等的研究,确定与气候风险相关的种子词集,共包含 76 个关键词;然后,借助词向量 CBOW 模型获取与种子词集相似的关键词来扩充种子词集,最终得到 96 个气候风险相关关键词(最终关键词的确定结合了相关专家的意见),并根据其内容将关键词分为严重风险、慢性风险和转型风险 3 类;最后,借助文构财经文本数据平台,测算了气候风险相关关键词在年报中出现的频率和年报文本的词数,最终得到气候风险指标。

气候风险相关关键词如表 1 所示。Nagar & Schoenfeld (2022)、杜剑等 (2023) 的研究都验证了采用文本分析法衡量气候风险的有效性。

表 1 气候风险相关关键词

风险类型	词集
严重风险	灾害、地震、台风、海啸、旱涝、极端、恶劣、内涝、大风、沙尘、飓风、霜冻、水灾、
	风暴、泥石流、滑坡、凌冻、雪灾、旱灾、洪涝、暴雨、龙卷风、冰雹、洪灾、雨雪、冰冻、暴雪、冻害、干旱、旱情、强降雨、洪水、严寒、风沙 (34 个)
慢性风险	气候、天气、潮湿、水温、降温、寒冷、气温、降雨、温度、雨水、雨季、雨情、降水、
	阴雨、多雨、极寒、冬季、汛期、高湿、水情、水位、光照、缺水、高寒、寒潮、沉降、地下水、汛情、地表、蓄水 (30 个)
转型风险	节能、能源、清洁、生态、环境、转型、太阳能、升级、循环、利用率、核电、风电、天
	然气、增效、燃油、效率、再生、减排、环保、绿色、低碳、降耗、燃料、节水、光伏、高效、改造、油耗、电耗、能耗、效能、集约 (32 个)

3. 控制变量

参考已有研究^{[27] [28]},选取如下控制变量:企业规模、盈利能力、企业成长性、财务杠杆、流动资产比率、现金资产比率、两职合一、股权制衡度、独立董事、企业年龄、审计质量和女性高管。主要变量的定义见表 2。

表 2 变量定义及说明

变量性质	变量名称	变量符号	变量定义
因变量	企业绿色创新	<i>GI</i>	绿色专利申请总量加 1 的自然对数
	气候风险	<i>CR</i>	气候风险关键词词数/年报总词数*100
自变量	企业规模	<i>Size</i>	期末总资产的自然对数
	盈利能力	<i>Roa</i>	净利润/总资产
	企业成长性	<i>Growth</i>	营业收入增长率
	财务杠杆	<i>Lev</i>	总负债/总资产
	流动资产比率	<i>La</i>	流动资产/总资产
	现金资产比率	<i>Cash</i>	经营活动产生的现金流量/总资产
	两职合一	<i>Dual</i>	若董事长和总经理为 1 人,赋值为 1,否则为 0
控制变量	股权制衡度	<i>Top1</i>	第一大股东持股比例
	独立董事	<i>Board</i>	独立董事人数/董事总人数
	企业年龄	<i>Age</i>	企业成立年限的自然对数
	审计质量	<i>Big4</i>	若由“四大”进行审计,赋值为 1,否则为 0

(三) 模型设计

为了验证气候风险与企业 ESG 表现之间的关系，构建如下模型：

$$GI_{i,t} = \alpha_1 + \alpha_2 CR_{i,t} + Controls + \sum Firm + \sum Year + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

其中，被解释变量为企业绿色创新（GI），解释变量为气候风险（CR），Controls 表示其他可能影响企业绿色创新的控制变量，Firm 和 Year 表示企业和年份固定效应。

四、实证结果与分析

(一) 描述性统计

表 2 报告了主要变量的描述性统计结果。其中，绿色创新（GI）的均值为 0.4047，最小值和中位数为 0，最大值为 3.7612，一方面，表明样本企业间的绿色创新水平差异性较大；另一方面，表明不少样本企业的绿色创新水平较低，有较大的提升空间。气候风险（CR）的均值为 0.1715，中位数为 0.1304，最小值和最大值分别为 0.0152 和 0.0775，表明样本企业间的气候风险水平存在较大差异。其余变量与已有研究基本类似。

表 3 主要变量的描述性统计结果

变量	样本量	均值	标准差	最小值	25 分位	中位数	75 分位	最大值
GI	36029	0.4047	0.8148	0.0000	0.0000	0.0000	0.6931	3.7612
CR	36029	0.1715	0.1417	0.0152	0.0775	0.1304	0.2147	0.7775
Size	36029	22.1426	1.2854	19.9818	21.2021	21.9264	22.8579	26.2203
Roa	36029	0.0587	0.0591	-0.1750	0.0311	0.0556	0.0873	0.2371
Growth	36029	0.3274	0.8058	-0.6226	-0.0321	0.1245	0.3903	5.3471
Lev	36029	0.4045	0.1984	0.0497	0.2433	0.3994	0.5539	0.8459
La	36029	0.5841	0.2035	0.0991	0.4454	0.6016	0.7412	0.9578
Cash	36029	0.0499	0.0683	-0.1501	0.0111	0.0487	0.0896	0.2440
Dual	36029	0.2938	0.4555	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	1.0000
Top1	36029	0.3476	0.1486	0.0877	0.2314	0.3278	0.4493	0.7482
Board	36029	0.3750	0.0528	0.3333	0.3333	0.3333	0.4286	0.5714
Age	36029	2.8445	0.3663	1.6094	2.6391	2.8904	3.0910	3.5264
Big4	36029	0.0637	0.2442	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
Mfem	36029	0.1655	0.1592	0.0000	0.0000	0.1429	0.2500	0.6667

(二) 基本回归结果

表 4 报告了气候风险和企业绿色创新的基本回归结果。列（1）未加入控制变量，仅控制了企业和年份固定效应。气候风险的系数显著为正，初步验证了气候风险和企业绿色创新之间的正向关系。列（2）在列（1）的基础上加入了控制变量，气候风险的系数依然显著为正，表明气候风险会倒逼企业提升绿色创新能力，假设 H1b 成立。

表 4 气候风险和企业绿色创新的基本回归结果

	GI (1)	GI (2)
CR	0.2888*** (3.91)	0.2693*** (3.68)
Size		0.0596*** (3.99)
Roa		0.0307 (0.38)

<i>Growth</i>		-0.0034 (-0.81)
<i>Lev</i>		0.0208 (0.45)
<i>La</i>		0.0740* (1.69)
<i>Cash</i>		-0.1404** (-2.48)
<i>Dual</i>		-0.0143 (-1.07)
<i>Top1</i>		-0.1186 (-1.38)
<i>Board</i>		0.1051 (0.83)
<i>Age</i>		0.1533* (1.79)
<i>Big4</i>		-0.0133 (-0.28)
<i>Mjem</i>		0.1111 (0.26)
<i>Constant</i>	0.0923*** (4.61)	-1.5383*** (-4.31)
<i>Firm</i>	控制	控制
<i>Year</i>	控制	控制
<i>N</i>	36029	36029
Adj. R ²	0.6476	0.6488

注：括号内为t值，***、**、*分别代表在1%、5%、10%的水平上显著。下同

（三）稳健性检验和内生性处理

1. 改变关键变量的衡量方式

参考刘亦文等^[26]的研究，采用企业获得的绿色专利总量来衡量企业绿色创新，并作加1对数化处理。参考袁淳等^[29]的研究，采用年报管理层讨论与分析部分（MD&A）气候风险风险关键词词数与管理层讨论与分析部分总词数的比值来衡量气候风险（CR1）。参考吴非等^[30]的研究，采用年报中气候风险关键词的数量来衡量气候风险，并作加1对数化处理（CR2）。从表4的回归结果来看，研究结论没有发生显著改变。

表4 安慰剂检验和内生性处理：改变关键变量的衡量方式

	<i>GI</i> （获得） (1)	<i>GI</i> (2)	<i>GI</i> (3)
<i>CR</i>	0.2799*** (4.24)		
<i>CR1</i>		0.0783*** (4.41)	
<i>CR2</i>			0.0183* (1.87)
<i>Constant</i>	-1.4681***	-1.6497***	-1.5994***

	(-4.67)	(-4.55)	(-4.46)
<i>Firm</i>	控制	控制	控制
<i>Year</i>	控制	控制	控制
<i>N</i>	36029	35498	36029
Adj. R ²	0.6487	0.6446	0.6483

2. 被解释变量滞后一期

气候风险对企业绿色创新的影响可能存在滞后效应。为了检验这种滞后效应，将被解释变量滞后一期。从表 5 列（1）的结果来看，研究结论稳健。

3. PSM 方法

以气候风险的中位数为标准将样本分为高-低气候风险两组，其中，高气候风险组为实验组，低气候风险组为对照组，以控制变量为协变量，企业绿色创新作为结果变量，采用一对一近邻匹配。然后，采用匹配后的数据按照模型（1）重新回归。表 5 列（2）的结果显示，气候风险的系数显著为正。在消除企业特征差异的影响后，本文的基本结论依然成立。

4. 考虑地区因素影响

气候风险对企业绿色创新的影响可能受当地经济发展水平、产业结构的影响。为此，在模型（1）的基础上加入了地区经济发展水平（*LnGDP*）和产业结构（*IS*）等控制变量，并进一步控制了省份固定效应。表 5 列（3）的回归结果显示，研究结论没有发生显著改变。

5. 两阶段残差介入法

参考胡楠等^[31]的做法，采用两阶段残差介入法来减轻内生性问题的影响。其具体做法如下：第一阶段，采用气候风险的影响因素对气候风险变量进行回归，这里的影响因素包括控制变量，并加入了地区经济发展水平（*LnGDP*）、产业结构（*IS*）和平均气温（*Tem*）等可能影响气候风险的变量，然后预测残差；第二阶段，将预测的残差作为增量的气候风险带入模型（1）从新进行回归。从表 5 列（5）的回归结果来看，在削弱内生性问题的影响后，研究结论依然成立。

表 5 安慰剂检验和内生性处理：改变关键变量的衡量方式

	L. <i>GI</i>	PSM 方法	地区因素	<i>CR</i>	<i>GI</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>CR</i>	0.2652*** (3.52)	0.2664*** (3.63)	0.2667*** (3.87)		
<i>R. CR</i>					0.2559*** (3.30)
<i>LnGDP</i>			0.0416 (0.41)	0.0325** (2.55)	
<i>IS</i>			0.1033 (0.32)	0.0150 (0.32)	
<i>Tem</i>				0.0005* (1.79)	
<i>Constant</i>	-1.6241*** (-4.19)	-1.5492*** (-4.33)	-2.0376** (-1.97)	-0.6228*** (-4.24)	-2.6751** (-2.96)
<i>Firm</i>	控制	控制	控制	控制	控制
<i>Year</i>	控制	控制	控制	控制	控制
<i>Province</i>	未控制	未控制	控制	未控制	未控制
<i>N</i>	31629	35984	35691	32502	32502
Adj. R ²	0.6582	0.6484	0.6509	0.7473	0.6502

6. 安慰剂检验

为了验证气候风险和企业绿色创新之间的关系，排除其他随机性因素对研究结果的干扰，本文进行安慰剂检验。具体而言，将观测年度气候风险随机分配给各样本企业，再对随机顺序的气候风险和企业绿色创新分别按照模型（1）重复进行 1000 次回归。从表 6 和图 1 的结果来看，大多数系数没有通过显著性检验，表明虚构的处理效应不存在，进而表明气候风险会促使企业提升绿色创新能力，验证了气候风险和企业绿色创新之间的因果关系。

表 6 安慰剂检验

	Mean	P5	P25	Median	P75	P95	S. D.	N
系数	0.0003	-0.0326	-0.0115	-0.0004	0.0125	0.0331	0.0194	1000
T 值	0.0115	-1.5757	-0.5691	-0.0195	0.6151	1.5957	0.9537	1000

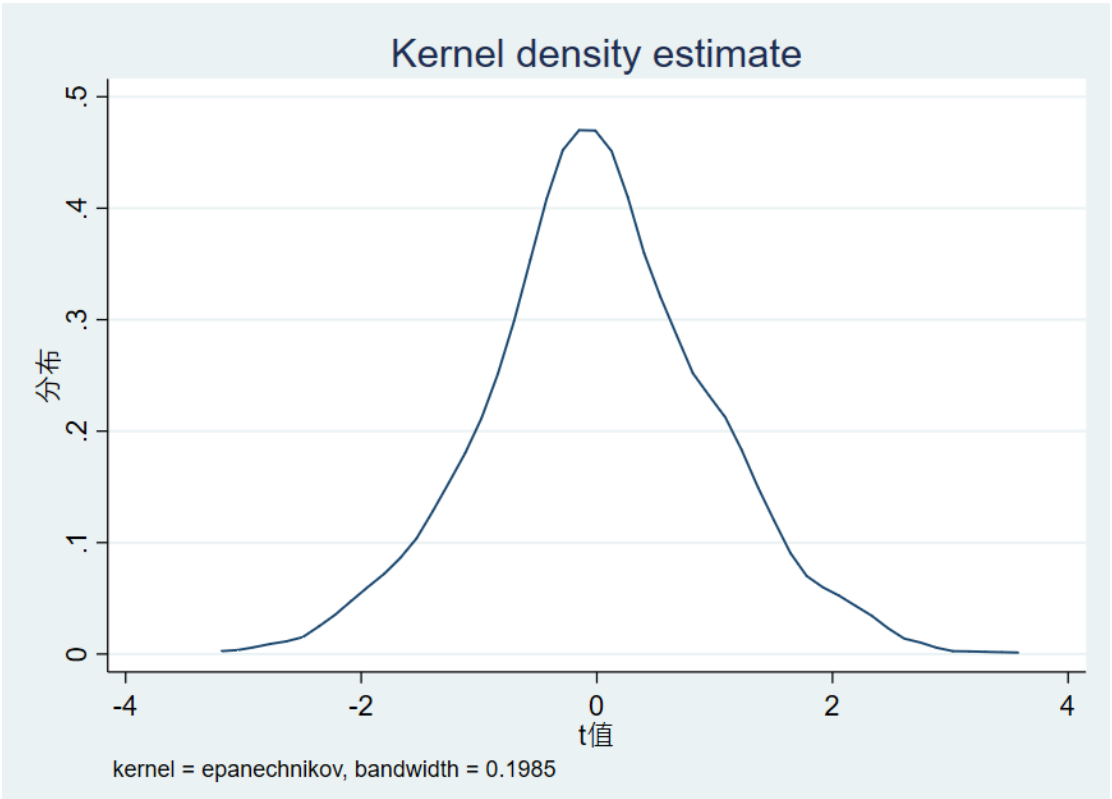


图 1 安慰剂检验

五、进一步分析

（一）机制分析

1. 分析师关注

分析师在金融和投资领域扮演着重要的角色，他们通过搜集和分析各种信息来评估市场、公司和投资机会，从而为决策者和投资者提供所需的信息和建议^[32]。从已有研究来看，分析师关注具有资源效应和治理效应两种效应，一方面，分析师重点关注的领域是目前比较有发展前景的行业，会吸引投资者投资，为企业带来发展所需要的各种资源；另一方面，分析师监督和追踪公司的财务状况、市场表现和行业变化，对企业的实际管理者带来了“市场压力”，能够有效约束管理者的行为^[33]。因此，分析师关注可能为企业绿色创新提供所需要的资源，并促使企业管理者以长远发展为导向，即预期分析师关注能够正向调节气候风险与企业绿色创新之间的关系。

参考黎来芳等^[34]的研究，采用关注样本企业的分析师团队数量来衡量分析师关注（*Anaattention*），并作加 1 对数化处理。为了检验分析师关注对气候风险和企业绿色创新的

调节效应，在模型（1）的基础上加入了分析师关注及其与气候风险的交乘项（标准化）。表 7 列（1）的回归结果显示，交乘项的系数显著为正，表明分析师关注能够正向调节气候风险与企业绿色创新之间的关系，与预期一致。

2. 媒体关注

近年来，气候问题愈发严重，社会公众越来越关注企业的社会责任和可持续发展，消费者也对企业产品和服务的绿色特征提出了更高的要求^[35]。媒体关注对企业形成了一种舆论压力，如果媒体报道了企业的环境污染、不负责任的经营行为或缺乏绿色创新的努力，可能会对企业形象和声誉产生负面影响^[36]。即使不是负面报道，来自媒体的强关注也会促使企业加大绿色创新力度以避免舆论压力。同时，媒体关注有助于将绿色创新的积极信号传递给外部信息使用者，激发了管理者进行绿色创新的动力。因此，预期，媒体关注能够正向调节气候风险与企业绿色创新之间的关系。

参考刘亦文等^[26]的研究，采用 CNRDS 数据库报刊财经新闻量化统计的媒体报道标题数量总和来衡量媒体关注（*News*），并作加 1 对数化处理。为了检验媒体关注对气候风险和企业绿色创新的调节效应，在模型（1）的基础上加入了媒体关注及其与气候风险的交乘项（标准化）。表 7 列（2）的回归结果显示，交乘项的系数显著为正，表明媒体关注能够正向调节气候风险与企业绿色创新之间的关系，与预期一致。

3. 数字化转型

数字化转型和绿色化转型是目前的两大发展趋势，都是应对气候变化的重要方式。数字化转型带来的技术革新，一方面可以加强对污染物排放的监测，从而更有效地控制和减少污染物的排放；另一方面可以提高资源使用效率、较少资源的浪费^[37]。绿色化转型强调可持续的经营模式和环保技术，可以减轻对环境的负面影响。数字化转型加强了企业与供应链伙伴之间的协作和信息共享，强化了数据分析和模拟能力，能够帮助企业收集和分析环境数据，并获得所需要的各种资源，从而提升企业的绿色创新能力^[38]。因此，预期数字化转型能够正向调节气候风险与企业绿色创新之间的关系。

参考肖土盛等^[39]的研究，采用年报管理层讨论与分析部分数字化转型关键词词数与该部分总词数的比值来衡量企业数字化转型（*DT*）。为了检验数字化转型对气候风险和企业绿色创新的调节效应，在模型（1）的基础上加入了数字化转型及其与气候风险的交乘项（标准化）。表 7 列（3）的回归结果显示，交乘项的系数显著为正，表明数字化转型能够正向调节气候风险与企业绿色创新之间的关系，与预期一致。

4. 管理者短视

气候变化给经济社会带来了严重的影响，任何个体都不能独善其身。积极采取措施应对气候变化，才能实现企业的可持续发展。随着全球对气候变化的关注不断增加，不少政府相继出台了各种环境规制的法规，企业加强绿色创新能力能够有效避免法律处罚。同时，气候变化带来的资源稀缺和价格上涨，使得企业面临更高的能源和原材料成本，绿色创新可以帮助企业提高资源利用效率，减少能源消耗和废弃物产生，从而降低成本压力^[40]。此外，在面临舆论压力和消费者更加注重环保的时代，企业的可持续发展和环境责任是建立良好企业形象和赢得社会认可的重要因素。通过绿色创新，企业可以展示其对环境保护和可持续发展的承诺，树立企业的良好形象和信誉。但绿色创新需要持续的资源投入，在短期内又难以带来企业价值的提升^[41]。因此，短视的管理者可能并不会过多地关注绿色创新能力提升，即预期管理者短视会负向调节气候风险和企业绿色创新之间的关系。

参考占韦威^[42]的研究，采用修正 Jones 模型计算的真实盈余管理指标（绝对值）来作为管理者短视的衡量指标（*MS*）。为了检验管理者短视对气候风险和企业绿色创新的调节效应，在模型（1）的基础上加入了管理者短视及其与气候风险的交乘项（标准化）。表 7 列（4）的回归结果显示，交乘项的系数显著为负，表明管理者短视能够负向调节气候风险与企业绿

色创新之间的关系，与预期一致。

表 7 气候风险和企业绿色创新：机制分析

	<i>GI</i>	<i>GI</i>	<i>GI</i>	<i>GI</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>CR</i>	0.2519*** (3.51)	0.2633*** (3.66)	0.2814*** (3.85)	0.2744*** (3.60)
<i>Anaattention</i>	0.0150*** (2.70)			
<i>CR* Anaattention</i>	0.1322*** (2.98)			
<i>News</i>		0.0092* (1.71)		
<i>CR*News</i>		0.0814** (2.36)		
<i>DT</i>			0.0500*** (3.96)	
<i>CR*DT</i>			0.3285*** (3.82)	
<i>MS</i>				-0.0533 (-1.08)
<i>CR*MS</i>				-0.9841** (-2.21)
<i>Constant</i>	-1.3194*** (-3.71)	-1.5339*** (-4.31)	-1.4797*** (-4.18)	-1.4081*** (-3.74)
<i>Firm</i>	控制	控制	控制	控制
<i>Year</i>	控制	控制	控制	控制
<i>N</i>	36029	36029	36029	32562
Adj. R ²	0.6494	0.6490	0.6503	0.6552

(二) 异质性分析

企业承担社会责任，是实现自身发展战略的选择之一，履行社会责任一直是国有企业发展的题中之义^[43]。近年来，我国政府高度关注气候变化，并鼓励企业积极采取环境措施，而国有企业的行为和决策通常会受到政府的引导。因此，预期面临气候风险时，国有企业更有可能将气候变化作为重要议题纳入其可持续发展战略和经营决策中，即预期气候风险对企业绿色创新的积极效应在国有企业中更明显。

为了验证产权性质对气候风险和企业绿色创新两者之间的关系，本文将样本分为国有企业和非国有企业两组。从表 8 的回归结果来看，气候风险的系数在两组都显著为正，但在国有企业中气候风险的系数更大（0.3046>0.1932），表明气候风险对企业绿色创新的积极效应在国有企业中更明显，与预期一致。此外，本文采用插入交乘项的方式进行了验证，表 8 列（3）的结果显示，交乘项的系数显著为正，研究结论依然成立。

表 8 气候风险和企业绿色创新：产权异质性分析

	国有企业	非国有企业	全样本
	(1)	(2)	(3)
<i>CR</i>	0.3046** (2.58)	0.1932** (2.06)	0.2753*** (3.61)

<i>SOE</i>			0.0215 (0.71)
<i>CR* SOE</i>			0.9446** (2.18)
<i>Constant</i>	-1.3355* (-1.87)	-2.1004*** (-5.03)	-1.4200*** (-3.76)
<i>Firm</i>	控制	控制	控制
<i>Year</i>	控制	控制	控制
<i>N</i>	12576	23453	32562
<i>Adj. R²</i>	0.6898	0.6296	0.6552

(三) 进一步分析

1. 不同类型的气候风险对企业绿色创新的影响

前文已经验证了气候风险对企业绿色创新的积极影响，但不同类型气候风险对企业绿色创新的影响可能存在差异。为了检验不同类型气候风险对企业绿色创新的影响，将三个指标严重风险、慢性风险和转型风险分别带入模型（1），作为解释变量重新进行回归。从表 9 的回归结果来看，严重风险和慢性风险的系数都没有通过显著性检验，转型风险的系数显著为正，表明严重风险和慢性风险难以驱动企业提升绿色创新能力，而转型风险会倒逼企业提升绿色创新能力。可能的原因在于：严重风险和慢性风险等气候风险影响比较大，仅通过企业自身的努力难以减轻，需要全体企业的共同努力^[1]。同时，严重风险和慢性风险中的一些情况，如干旱、降水等，可能会被视为正常的气候状况，不会和企业的行为联系在一起，从而难以影响企业的行为。而转型风险对企业的影响是较为直观的，政府层面的环境规制、社会公众的环境关注以及新能源技术应用的潮流等都使企业面临严重的转型风险。因此，目前企业面临的气候风险主要是转型风险，因而转型风险会倒逼企业提升绿色创新能力。

表 9 不同类型的气候风险与企业绿色创新

	<i>GI</i> (1)	<i>GI</i> (2)	<i>GI</i> (3)
严重风险	-0.4148 (-0.38)		
慢性风险		0.7671 (0.72)	
转型风险			0.2811*** (3.78)
<i>Constant</i>	-1.6180*** (-4.51)	-1.6079*** (-4.48)	-1.5399*** (-4.31)
<i>Firm</i>	控制	控制	控制
<i>Year</i>	控制	控制	控制
<i>N</i>	36029	36029	36029
<i>Adj. R²</i>	0.6483	0.6483	0.6488

2. 气候风险对企业创新的影响

前文已经验证了气候风险对企业绿色创新的影响。在提升绿色创新的同时，可能也存在一定的溢出效应，从而对企业整体的创新产生积极影响。为了检验气候风险对企业创新的影响，将企业创新带入模型（1）作为被解释变量重新进行回归。其中，参考魏向杰和程琦^[44]的研究，采用企业申请和获得的专利数量来衡量企业创新，并作加 1 对数化处理。从表 10 的回归结果来看，气候风险的系数显著为正，表明气候风险会倒逼企业提升创新能力。绿色

创新主要是应对环境方面的要求，但在气候风险影响下，仅仅提升绿色创新能力难以帮助企业实现高质量发展。只有持续提升创新能力，才能帮助企业在气候变化情景下赢得优势。

表 10 气候风险对企业创新的影响

	企业创新（申请） (1)	企业创新（获得） (2)
<i>CR</i>	0.4715*** (3.55)	0.4918*** (4.23)
<i>Constant</i>	-0.6662 (-0.92)	-1.4891** (-2.13)
<i>Firm</i>	控制	控制
<i>Year</i>	控制	控制
<i>N</i>	36029	36029
Adj. R ²	0.7506	0.7606

3. 经济后果分析

前文验证了气候风险对企业绿色创新的影响。那么，伴随着企业绿色创新能力的提升，对企业造成了什么影响呢？鉴于企业提升绿色创新的一大初衷在于改善环境表现，而企业 ESG 表现中的“E”强调企业的环境表现，故本文试图弄清楚气候风险在倒逼企业提升绿色创新能力的同时能否改善企业的 ESG 表现。为了检验这种效应，参考温忠麟和叶宝娟^[45]的研究，构建如下模型：

$$ESG_{i,t} = \alpha_1 + \alpha_2 CR_{i,t} + Controls + \sum Firm + \sum Year + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

$$ESG_{i,t} = \alpha_1 + \alpha_2 CR_{i,t} + \alpha_2 GI_{i,t} + Controls + \sum Firm + \sum Year + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

其中，ESG 代表企业的 ESG 表现，其余变量同模型（1）。参考张瑞琛等^[46]的研究，采用华证 ESG 表现评级来衡量企业 ESG 表现，其将企业的 ESG 表现评为“AAA-C”9 级，依次赋值为“9-1”。

表 11 报告了气候风险影响企业绿色创新经济后果的回归结果。列（1）气候风险的系数显著为正，表明气候风险会倒逼企业改善 ESG 表现。前文已经验证了气候风险对企业绿色创新的积极意义。列（3）气候风险和企业绿色创新的系数都显著为正，且气候风险的系数较列（1）气候风险的系数有所变小（0.5964<0.6102），表明企业绿色创新的中介效应显著，即气候风险会通过提升企业的绿色创新能力改善企业的 ESG 表现。此外，本文还进行了 Sobel 检验，进一步验证了企业绿色创新的中介效应。

表 11 经济后果分析：对企业 ESG 表现的影响

	ESG (1)	GI (2)	ESG (3)
<i>CR</i>	0.6102*** (6.91)	0.2534*** (3.36)	0.5964*** (6.79)
<i>GI</i>			0.0545*** (4.26)
<i>Constant</i>	-0.6486 (-1.24)	-1.2490*** (-3.22)	-0.5806 (-1.12)
<i>Firm</i>	控制	控制	控制
<i>Year</i>	控制	控制	控制
<i>N</i>	33219	33219	33219

Adj. R ²	0. 4369	0. 6639	0. 4376
Sobel		2. 6358***	
		(0. 0084)	

六、研究结论与启示

本文基于 2007–2022 年沪深 A 股上市企业的数据，研究了气候风险对企业绿色创新的影响和作用机制。研究发现：气候风险会倒逼企业提升绿色创新能力；机制检验发现，分析师关注、媒体关注、数字化转型会正向调节气候风险与企业绿色创新之间的关系，管理者短视会负向调节气候风险与企业绿色创新之间的关系；异质性分析发现，气候风险对企业绿色创新的影响在国有企业中更明显；不同类型气候风险的分析发现，严重风险和慢性风险对企业绿色创新没有显著影响，转型风险会促使企业提升绿色创新能力；进一步研究发现，气候风险也会倒逼企业创新能力提升，以及气候风险能够通过提升企业绿色创新能力改善企业的 ESG 表现。根据以上结论，本文具有如下启示：

第一，企业应当通过提升绿色创新能力来积极应对气候变化。研究发现，目前企业面临的最严重的气候风险是转型风险，而且企业可以通过提升绿色创新能力来改善企业 ESG 表现，因而在气候风险影响下，提升企业的绿色创新能力刻不容缓。为此，企业要积极投资于研发和技术创新，以开发和应用环保、可持续的发展技术。其中，可以将改进现有产品和生产过程的环保性能，以及开发全新的绿色产品和解决方案来作为创新的重点。同时，企业还可以与科研机构、合作伙伴建立合作关系，共同推动绿色创新。

第二，企业要积极参与数字化转型，通过数字化转型和绿色化转型积极应对气候变化。研究发现，数字化转型正向调节气候风险和企业绿色创新之间的关系，因而积极参与数字化转型也是应对气候变化的积极行为。通过数字化转型，企业的信息处理能力大大提升，并可以借助现代化信息技术与合作伙伴实现信息和资源共享，同时数字化转型过程中伴随着新技术的应用，而新技术一般意味着效率的提高和浪费的减少。可见，数字化转型和绿色化转型相辅相成，企业可以借助数字化转型努力提升绿色创新能力，积极应对气候变化。

第三，企业要建立合理的机制来约束管理者的短视行为。研究发现，管理者短视会负向调节气候风险和企业绿色创新之间的关系。气候变化对经济社会产生了深远的影响，气候变化的挑战需要全球范围内的政策行动和创新解决方案。当前，政府十分关注气候变化带来的影响，社会公众也十分关注企业环境责任，在此背景下，提升企业绿色创新能力、改善企业的 ESG 表现具有重要意义。企业必须通过相应的机制来约束管理者的短视行为，以避免其影响企业的可持续发展、高质量发展。

第四，要充分发挥媒体关注和分析师关注的作用。分析师通过收集、解读和应用各种数据和信息来帮助企业、投资者和决策者做出明智的决策，能够对企业产生“资源效应”和“治理效应”；媒体报道分为“积极”和“消极”两个方面，可能对企业造成不同的影响，从而能够在一定程度上约束企业的行为。研究发现，媒体关注和分析师关注能够正向调节气候风险和企业绿色创新之间的关系。因此，应当进一步完善相关制度，充分发挥分析师和媒体在影响企业行为方面的重要作用。

参考文献

- [1] 杜剑,徐筱或,杨杨.气候风险影响权益资本成本吗?——来自中国上市公司年报文本分析的经验证据[J].金融评论,2023,15(3):19-46+125.
- [2] 陈国进,王佳琪,赵向琴.气候转型风险对企业违约率的影响[J].管理科学,2023,36(3):144-159.
- [3] 夏益国,张一鸣,刘丽萍.极端气候与商业银行风险承担:基于中国 152 家区域性商业银行实证研究[J].保险研究,2023(6):15-31.

- [4] 丁宇刚,孙祁祥.气候风险对中国农业经济发展的影响——异质性及机制分析[J].金融研究,2022(9):111-131.
- [5] SUN Y, YANG Y, HUANG N, et al. The impacts of climate change risks on financial performance of mining industry: Evidence from listed companies in China[J]. Resources Policy, 2020, 69: 101828.
- [6] NOH J H. Relationship between climate change risk and cost of capital[J]. Global Business & Finance Review (GBFR), 2018, 23(2): 66-81.
- [7] NAGAR V, SCHOENFELD J. Measuring weather exposure with annual reports[J]. Review of Accounting Studies, 2022: 1-32.
- [8] REN X, LI Y, SHAHBAZ M, et al. Climate risk and corporate environmental performance: Empirical evidence from China[J]. Sustainable Production and Consumption, 2022, 30: 467-477.
- [9] 罗进辉,巫奕龙.空气污染会倒逼企业进行绿色创新吗?[J].系统工程理论与实践,2023,43(2):321-349.
- [10] GIGLIO S, KELLY B, STROEBEL J. Climate finance[J]. Annual Review of Financial Economics, 2021, 13: 15-36.
- [11] EBI K L, VANOS J, BALDWIN J W, et al. Extreme weather and climate change: population health and health system implications[J]. Annual review of public health, 2021, 42(1): 293-315.
- [12] HE K, CHEN W, ZHANG L. Senior management's academic experience and corporate green innovation[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2021, 166: 120664.
- [13] 刘亦文,陈熙钧,高京淋,谭慧中.媒体关注与重污染企业绿色技术创新[J].中国软科学,2023(9):30-40.
- [14] ZHANG C, ZHOU B, TIAN X. Political connections and green innovation: The role of a corporate entrepreneurship strategy in state-owned enterprises[J]. Journal of Business Research, 2022, 146: 375-384.
- [15] 韩国文,甘雨田.投资者关注能否促进企业绿色创新绩效提升——融资约束的中介效应与环境规制的调节作用[J].科技进步与对策,2023,40(8):89-98.
- [16] 刘海曼,龙建成,申尊煊.数字化转型对企业绿色创新的影响研究[J].科研管理,2023,44(10):22-34.
- [17] 冉戎,董迪,胡轩,方婷婷.抑制或促进:企业社会责任与绿色创新绩效[J].科研管理,2023,44(6):95-106.
- [18] 齐丽云,王佳威,刘旻等.高管团队异质性对企业绿色创新绩效影响研究[J].科研管理,2023,44(4):175-184.
- [19] MATSUMURA E M, PRAKASH R, VERA-MUÑOZ S C. Climate-risk materiality and firm risk[J]. Review of Accounting Studies, 2022: 1-42.
- [20] TAN Z, YAN L. Does air pollution impede corporate innovation?[J]. International Review of Economics & Finance, 2021, 76: 937-951.
- [21] 郝敏.国际气候安全与气候技术合作困境与对策——以中美气候技术合作为例[J].国际安全研究,2023,41(5):134-156+160.
- [22] 潘敏,刘红艳,程子帅.极端气候对商业银行风险承担的影响——来自中国地方性商业银行的经验证据[J].金融研究,2022(10):39-57.
- [23] 郭雳,武鸿儒.ESG 趋向下的公司治理现代化[J].北京大学学报(哲学社会科学版),2023,60(4):149-157.
- [24] 张秀娥,李梦莹.外部压力与内部绿色组织认同对绿色创新的影响[J].管理科学,2023,36(1):34-45.
- [25] CHEN Y S. The driver of green innovation and green image - green core competence[J]. Journal of business ethics, 2008, 81: 531-543.
- [26] 刘亦文,陈熙钧,高京淋,谭慧中.媒体关注与重污染企业绿色技术创新[J].中国软科学,2023(9):30-40.
- [27] 潘玉坤,郭萌萌.空气污染压力下的企业 ESG 表现[J].数量经济技术经济研究,2023,40(7):112-132.
- [28] 李思飞,李鑫,王赛,佟岩.家族企业代际传承与数字化转型:激励还是抑制?[J].管理世界,2023,39(6):171-191.
- [29] 袁淳,肖土盛,耿春晓,盛誉.数字化转型与企业分工:专业化还是纵向一体化[J].中国工业经

济,2021(9):137-155.

[30] 吴非,胡慧芷,林慧妍,任晓怡.企业数字化转型与资本市场表现——来自股票流动性的经验证据[J].管理世界,2021,37(7):130-144+10.

[31] 胡楠,薛付婧,王昊楠.管理者短视主义影响企业长期投资吗?——基于文本分析和机器学习[J].管理世界,2021,37(5):139-156+11+19-21.

[32] 陆益龙,李光达.符号生产、关系嵌入与研报经营——券商分析师的行动及其社会嵌入性[J].社会学研究,2023,38(5):23-44+226-227.

[33] 陈作华,张芳芳.分析师盈利预测乐观偏差与高管减持寻租[J].经济管理,2023,45(1):169-190.

[34] 黎来芳,张洁,孙昌玲.核心竞争力信息披露与分析师关注[J].中国软科学,2023(3):108-122.

[35] 孙慧,王慧,肖涵月,辛龙.异质型责任主体的环境协同治理效果[J].资源科学,2022,44(1):15-31.

[36] 陈璇,陶峥嵘.外部环保监督对企业环境信息披露的“区间效应”——基于企业定期报告中水信息文本的分析[J].中国人口·资源与环境,2022,32(12):92-105.

[37] 江永红,刘梦媛,杨春.数字化对经济增长与生态环境协调发展的驱动机制[J].中国人口·资源与环境,2023,33(9):171-181.

[38] HE Q, RIBEIRO-NAVARRETE S, BOTELLA-CARRUBI D. A matter of motivation: the impact of enterprise digital transformation on green innovation[J]. Review of Managerial Science, 2023: 1-30.

[39] 肖土盛,孙瑞琦,袁淳,孙健.企业数字化转型、人力资本结构调整与劳动收入份额[J].管理世界,2022,38(12):220-237.

[40] TAKALO S K, TOORANLOO H S. Green innovation: A systematic literature review[J]. Journal of Cleaner Production, 2021, 279: 122474.

[41] 辛大楞,彭志远.“宽带中国”战略试点政策对城市绿色创新的影响[J].中国人口·资源与环境,2023,33(9):159-170.

[42] 占韦威.资本市场开放能促进企业数字化转型吗?——基于“陆港通”交易制度的准自然实验[J].北京理工大学学报(社会科学版),2023,25(4):159-172.

[43] 朱伟骅,王雪婷.中美贸易摩擦对中国企业脱虚向实的影响[J].经济地理,2023,43(09):42-51.

[44] 魏向杰,程琦.产业政策、信号效应与企业创新——基于《中国制造 2025》准自然实验[J].管理评论,2023,35(8):117-130.

[45] 温忠麟,叶宝娟.中介效应分析:方法和模型发展[J].心理科学进展,2014,22(5):731-745.

[46] 张瑞琛,温磊,赵玮豪.网络平台互动能提升企业 ESG 表现吗? [J].财务研究,2023(3):67-76.

Study on the Impact of Climate Risk on Green Innovation of Enterprises

ZHANG Rui-chen¹ Wen Lei² Lin Yun-zhou¹

(1. School of Economics and Management, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China; 2. International Business School, Beijing Foreign Studies University, Beijing 100089, China)

Absrtact: Whether enterprises adopt positive behaviors to deal with the risks brought by climate change is a matter of great concern to the public. Taking A-share listed companies from 2007 to 2022 as samples, this paper empirically tests the impact and mechanism of climate risk on green innovation of enterprises. The results show that the higher the climate risk level, the higher the green innovation level of enterprises; The mechanism test shows that strengthening the attention of analysts and media, promoting enterprises to participate in digital transformation and restraining managers' short-sightedness can strengthen the

positive impact of climate risk on green innovation of enterprises; Heterogeneity analysis shows that the positive effect of climate risk on enterprise green innovation is more obvious in state-owned enterprises; The analysis of different types of climate risks shows that only the transformation risk can promote the green innovation ability of enterprises, while the serious risk and chronic risk have no significant influence; Further analysis shows that climate risk will also promote the overall innovation level of enterprises, and can improve the ESG performance of enterprises by promoting the green innovation ability of enterprises. The research conclusion is of great significance for guiding enterprises to improve their green innovation ability and actively respond to climate change.

Key Words: climate risk; enterprise green innovation; ESG performance