

极端天气事件、气候关注与企业绿色创新*

王玉涛¹ 李 杰¹ 叶康涛²

(1. 中国人民大学商学院, 北京 100872;

2. 北京国家会计学院, 北京 101312)



内容提要:极端天气事件的发生频率和强度因气候变化而显著增加,这在一定程度上来源于工业革命后人类碳排放的增加。因此,极端天气容易引发公众对气候变化的关注,使他们意识到绿色低碳发展的重要性。与多数研究聚焦于灾害的负面影响不同,本文着眼于极端天气能否激发企业通过创新活动积极应对气候挑战的潜在正面影响,检验了台风这一典型极端天气对微观企业绿色创新的影响。研究发现,台风发生后,近灾区企业的绿色创新活动显著增加。机制检验发现,台风促使企业管理层更关注气候变化,在年报中增加了气候变化和碳排放的信息披露;同时,外部利益相关者对气候变化的关注度也上升,并向管理层施加绿色创新压力,表现为企业被实地调研的频率和网络搜索指数显著上升。异质性分析表明,当企业管理层和外部利益相关者更关注气候变化时,台风对企业绿色创新活动的影响更大;台风对绿色创新的影响在那些经历台风次数更多和强度更高的企业中更明显。台风推动的企业绿色创新质量显著提升,且台风后的绿色创新有效提高了企业的 ESG 表现,并减少了台风引起的经营风险。极端天气激发公众关注气候变化,并成为推动企业绿色低碳转型的重要外部压力,使灾害蕴含着企业获取竞争优势的机遇,本文揭示了气候关注形成的内生动力在实现“双碳”目标中的重要作用。

关键词:极端天气事件 气候关注 台风 绿色创新

中图分类号:F273.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—5766(2025)05—0065—22

一、引言

中国气象局国家气候中心历年公布的《中国气候公报》显示,2010—2024 年中国气象灾害直接经济损失平均每年为 3440 亿元(如图 1 所示)。气候变化导致极端天气的发生频率和强度提高,不仅带来直接的经济损失,也给社会经济系统的正常运行带来冲击。极端天气等灾害给人类生产和生活带来诸多挑战,这种负面影响得到很多文献检验并支持(Noy, 2009^[1]; Boustan 等, 2020^[2])。然而,从发展的眼光来看,极端天气在长期内可能存在另一方面影响,即灾害可能转化为社会变革的动力,提高公众对气候变化的关注度而推动绿色低碳转型和变革,从而有助于在长期推动中国的生态文明建设。习近平总书记在 2023 年全国生态环境保护大会上指出,推进生态文明建设要处理好外部约束和内生动力的关系。制度和法治形成的外部约束是保护生态环境的基石,但要实现全

收稿日期:2024-09-16

* 基金项目:国家自然科学基金面上项目“分析师在健全资本市场功能中的作用——基于分析师信息生产视角”(72472152);国家自然科学基金面上项目“财务报告舞弊的劳动力市场后果研究”(71872176);北京市自然科学基金项目“机构投资者与企业的信息沟通:‘创新’问答对企业创新的影响”(9202008)。

作者简介:王玉涛,男,教授,博士生导师,研究领域为证券分析师与企业投资,电子邮箱:wangyutao@rmbs.ruc.edu.cn;李杰,男,博士研究生,研究领域为气候风险,电子邮箱:lijie_hunan@ruc.edu.cn;叶康涛,男,教授,博士生导师,研究领域为公司治理与管理会计,电子邮箱:yekt@nai.edu.cn。通讯作者:李杰。

面的绿色发展,离不开公众关注生态环境保护并提高参与意愿的内生动力,这有助于中国“双碳”目标的实现。

绿色创新是企业应对外部制度约束和公众诉求的重要策略选择。现有研究围绕外部约束或正式制度对企业绿色创新的影响开展了大量研究(齐绍洲等,2018^[3];李青原和肖泽华,2020^[4];王馨和王营,2021^[5];田玲和刘春林,2021^[6];刘金科和肖翊阳,2022^[7];陈雯等,2024^[8]),而受限于内生动力难以观测,对于公众有无参与生态环境治理的内生动力则较少有学者探讨。一个可行的方法是寻找明显能够改变公众对生态环境关注度的外生冲击,极端天气事件作为外生冲击可提供一个很好的研究场景。与此同时,关于灾害和创新的关系,现有文献进行了初步探讨但尚未形成共识。Miao 和 Popp(2014)^[9] 使用国家层面的数据发现,自然灾害增加企业创新;而 Chen 等(2021)^[10]和 Zhao 等(2022)^[11]则发现,灾害负向影响创新。Rao 等(2021)^[12]发现,汶川地震激发了过去有地震经历的能源企业创新;Wang 等(2024)^[13]细分灾害的种类后发现,极端降雨可以促进制造业企业绿色创新,但极端温度没有相关效应;Hou 等(2024)^[14]则发现,极端高温提高了企业绿色创新水平。显然,识别灾害和创新之间的因果关系存在困难,依赖于灾区构建解释变量具有一定的内生性,灾区域内的受灾程度与其他影响创新的特征相关,比如经济发展水平。另外,灾害引发企业各方面的变化都可能影响创新,从而难以探究其中的机制。因此,本文借助台风这类极端天气事件的独特性,依据台风行进路径,识别出较少受灾害负面冲击的近灾区,检验极端天气事件对企业绿色创新活动的影响和作用机制,从而在灾害和创新的关系以及公众参与生态环境治理的内生动力方面取得突破。

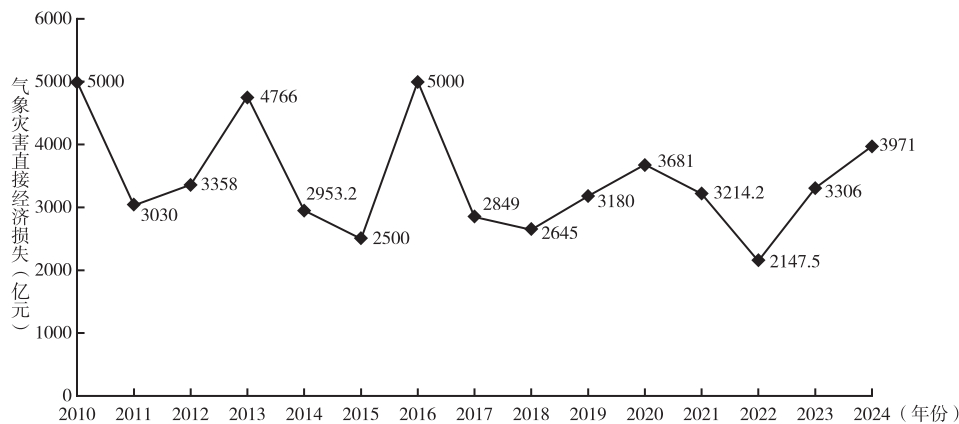


图1 中国气象灾害直接经济损失

资料来源:国家气候中心 2010—2024 年《中国气候公报》

极端天气能够有效引发公众对气候变化的关注,这是因为,气候变化会增加极端天气发生的频率和强度,极端天气发生会对公众形成强烈心理冲击,从而引发公众对气候变化的关注(Choi 等,2020^[15];Huynh 和 Xia,2023^[16])。作为气候环境恶化的直接体现,极端天气事件能够有效唤起公众对气候问题的认知,并意识到其根源在于过度的碳排放,从而激发公众减少碳排放、参与气候治理的意愿,形成呵护生态环境的内生动力。这种动力将转化为以减缓气候变化为目标的实际行动,从而推动企业绿色创新。管理层可能更关注气候变化,形成绿色创新的内部动力。公众作为企业的外部利益相关者,极端天气引起他们更关注气候变化,他们会要求企业减少排放并增加绿色创新活动,从而形成绿色创新由外到内的压力转换。

本文关注台风这一极端天气,并以台风行进路径构建数据,将台风影响的近灾区作为主要研究对象,使用 2004—2020 年的上市公司数据,考察了极端天气是否以及如何影响企业绿色创新。本文有如下研究贡献:一是丰富了绿色创新影响因素的相关文献。本文借助于台风这一极端天气

事件,基于行进路径的外生性,从公众关注气候变化和生态保护参与意愿这一动力角度出发,探究了极端天气对企业绿色创新决策的影响,是对现有文献关注外部约束、正式制度或企业自身特征的进一步延伸(齐绍洲等,2018^[3];李青原和肖泽华,2020^[4];王馨和王营,2021^[5];田玲和刘春林,2021^[6];刘金科和肖翊阳,2022^[7];卢建词和姜广省,2022^[17];陈雯等,2024^[8];辛雅儒等,2024^[18];师博和常青,2024^[19])。二是提供了极端天气事件带来正向效应的经验证据。现有研究主要关注灾害的负面影响,而较少关注企业面临灾害(如极端天气)时的积极应对策略。本文认为,企业通过绿色创新可以有效应对气候变化;更重要的是,本文回应了Hong等(2020)^[20]的呼吁,发现企业管理层通过绿色创新来应对气候变化。此外,本文利用台风具备的不同于其他极端天气的突发性和破坏性强的特点,使用台风行进路径这一新的数据集识别近灾区,能够更有效地缓解内生性问题,对后续相关研究具有借鉴意义。

二、文献回顾与研究假设

1. 关于绿色创新影响因素的文献回顾

绿色创新包括了与节能减排、污染防治、废物利用、绿色产品设计、企业环境管理相关的技术创新(Chen等,2006)^[21],其概念与环境创新、生态创新、可持续发展创新相近(Schiederig等,2012)^[22]。绿色创新能有效地帮助企业应对长期的环境风险和气候风险,甚至带来诸多优势(Shrivastava,1995^[23];Calel和Dechezleprêtre,2016^[24])。通过绿色创新,企业能够尽早达到现有环境和气候政策标准(Carrión-Flores和Innes,2010)^[25],降低当前合规风险,在未来更严格政策预期下可以保持优势地位。同时,绿色创新有助于提高企业财务业绩表现。这一方面是因为绿色创新有助于形成良好的公众形象,吸引注重环保的消费者,扩大市场份额或取代竞争对手。绿色创新帮助企业通过环境认证,实现企业产品差异化,保持环境敏感度,有利于增加市场占有率。另一方面,绿色创新有助于减少成本,避免潜在的环境负债,最小化原材料浪费和无效流程,最终增强企业竞争力(Shrivastava,1995^[23];Klassen和McLaughlin,1996^[26];Chen等,2006^[21];Olsen等,2014^[27])。

现有文献主要从市场牵引、技术驱动、政策推动等方面对绿色创新的影响因素进行了探讨。Bansal和Roth(2000)^[28]发现,企业采取绿色行动的目的主要有获取竞争优势、合规和承担社会责任。Horbach(2008)^[29]发现,当研发增强了企业的技术能力时,企业更可能进行绿色创新。大量文献对环境政策能否促进绿色创新进行了探讨,支持政策能够促进绿色创新的结论(Calel和Dechezleprêtre,2016^[24];齐绍洲等,2018^[3];李青原和肖泽华,2020^[4];王馨和王营,2021^[5];田玲和刘春林,2021^[6];刘金科和肖翊阳,2022^[7];陈雯等,2024^[8])。此外,一些研究探究了高管绿色经历(卢建词和姜广省,2022^[17];辛雅儒等,2024^[18])等对企业环境战略的影响;曹洪军和陈泽文(2017)^[30]从企业的内外部环境整体考虑,探讨了外部的政策压力、市场压力以及内部的创新资源、创新能力对绿色创新战略的驱动效应。

采用大样本实证研究的文献大多探讨环境政策等外部约束和正式制度对企业绿色创新的影响,关于极端天气激发企业绿色创新内生动力的证据相对匮乏。相较于外部约束、市场推动和技术推动,提高企业利益相关者对气候变化的关注度和加强生态文明建设的内生动力更容易,且成本更低。如果管理层能够意识到气候变化的影响,进而产生内在动力进行绿色创新,这将更有助于持续推进企业进行绿色创新。当然,外部利益相关者施加的绿色创新压力也会比政府政策的成本更低,更具有普遍性和广泛性。因此,技术、市场和政策需要协同,以强化极端天气事件背后所代表的生态文明建设内生动力,共同有效地促进企业绿色创新。

2. 研究假设

本文预期,极端天气将引起公众关注气候变化,意识到碳减排和生态治理的重要性,从而使管理层产生了增加绿色创新的内部动力和外部压力。具体而言,极端天气事件加剧的原因一定程度上是人类碳排放引起的气候变化,一旦发生极端天气事件(如台风),就可能引起公众关注到气候变化并探索背后的原因。当公众(包括企业管理层和外部利益相关者)认识到极端天气事件增加的潜在因素是碳排放,他们就有了加强绿色创新以减少碳排放的动机。因此,本文构建了极端天气事件与企业绿色创新的逻辑框架,如图2所示。

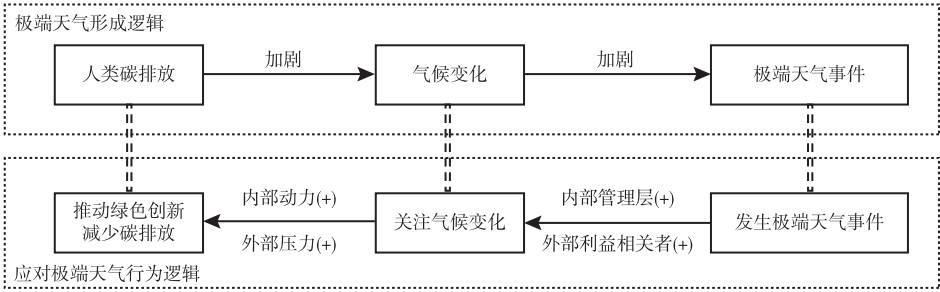


图2 逻辑框架

(1)极端天气事件与企业绿色创新。自工业革命以来,人类活动增加的碳排放一定程度上改变了全球气候系统,加剧了全球变暖。此外,极端天气事件发生频率和强度也在逐渐增加,这与人类碳排放导致的全球变暖有关,这些极端天气事件包括台风(Emanuel, 1987^[31]; Knutson等, 1998^[32]; Webster等, 2005^[33]; Sobel等, 2016^[34]; Wu等, 2022^[35])、干旱和洪水等。随着人类碳排放引起全球变暖和极端天气事件增加的科学证据越来越充分,更多公众开始关注气候变化和碳减排问题,中国也在2020年提出“双碳”目标。

气候变化是人类长期碳排放的结果,而公众无法实时观测到气候变化,因此,难以深刻地认识到碳排放对气候变化的影响。但正如前面所述,气候变化会增加极端天气发生的频率和强度,一旦极端天气发生,如台风,会对公众造成极大的心理冲击,促使公众关注和审视气候变化,改变个体对气候变化威胁的认知,增强个体参与生态治理的内生动力。凸显理论(salience theory)认为,人们会把注意力集中于凸显事件(Bordalo等, 2012^[36]; Taylor和Thompson, 1982^[37])。凸显事件因其新奇、生动、媒体报道多、距离个体近等,容易吸引个体关注,从而对个体判断、情感和决策产生影响。心理学将凸显事件引起个体判断和决策变化的现象称之为“凸显效应”,极端天气事件引起当地民众的气候关注是一种凸显效应。极端天气事件,如台风,是典型的凸显事件,这是因为极端天气事件所伴随的巨大破坏力生动地展现了气候变化带来的严重后果,极大地吸引了灾区和近灾区居民的注意力,这将对个体情感造成巨大冲击,从而增强个体关注气候变化和参与气候治理的内生动力。Choi等(2020)^[15]发现,经历极端高温的散户投资者会对气候变化的关注度上升,从而卖出高排放公司的股票,买入低排放公司的股票。Huynh和Xia(2023)^[16]同样发现,企业经历极端天气事件后,投资者会出售相关企业的债券和股票,“惩罚”暴露在气候变化风险下的企业。

当个体意识到极端天气事件是因为长期碳排放导致的累积效应后,就会产生减少碳排放的内动力。绿色创新是长期减少碳排放和应对气候变化更有效的手段(Shrivastava, 1995^[23]; Calel和Dechezleprêtre, 2016^[24])。因此,对于微观企业而言,当极端天气事件发生后,其巨大的破坏力将对管理层和外部利益相关者产生心理冲击,引起他们对气候变化的关注和参与气候治理的内生动力,从而推动企业绿色创新。绿色创新能够更有效地帮助企业减少灾害带来的负面影响,有效应

对长期的环境风险和气候风险。因此,本文提出如下假设:

H₁:极端天气事件将增加企业的绿色创新活动。

(2)极端天气事件对企业绿色创新影响的作用机制。极端天气事件会引发公众对气候变化的关注,作为社会公众的构成,企业内部管理层和外部利益相关者对气候变化的关注将分别转化为企业绿色创新的内部动力和外部压力,共同推动企业的绿色创新。

管理层自身可能存在绿色创新的内在动力。管理层可能会因极端天气的发生而意识到碳排放是导致极端天气的潜在根源,因此,对气候变化产生关注,他们会担忧气候变化给个人或企业带来不利影响。企业需要依赖良好的城市环境和基础设施开展经营活动,长期和社会整体的绿色创新有助于减少气象灾害未来发生的概率和强度,进而减少气象灾害的破坏,这也是在保护企业的经营环境,减少企业面临的气候风险。极端天气事件既给企业带来了挑战,也给企业带来了机遇,进行绿色创新以实现低碳转型的企业能在未来的竞争中处于优势地位,树立绿色低碳的企业形象,从而吸引更多资源进入企业,这不仅能增强企业市场竞争力,而且助推企业产生更多社会价值,最终使管理层产生了主动进行绿色创新的内在动力。

企业的外部利益相关方对气候的关注能够形成企业绿色创新的外部压力。根据公共物品理论,环境资源是典型的公共物品,因此,当气候环境受到威胁时,公众有很强的动机保护气候环境,他们可以通过多种方式给企业施加绿色创新的外部压力(李欣等,2017^[38];蔡真和万兆,2024^[39]):一是气候关注可能引起当地政府监管行为的变化(Ardia等,2023)^[40]。公众对气候变化的担忧会促进政府加强碳排放监管,例如,制定更严格的气候政策和法律法规,提高排放标准和处罚标准,扩大碳排放权交易体系的覆盖范围。政府监管会转化为规制压力,一些企业会提前行动以避免未来更严格气候政策导致的不利冲击(Carrión-Flores 和 Innes,2010)^[25],领先企业甚至通过绿色创新主动提高行业排放标准来形成竞争壁垒(Klassen 和 McLaughlin,1996)^[26]。二是气候关注加速低碳经济转型,改变投资和消费取向(Ardia等,2023)^[40]。气候关注度提高会导致投资者抛售高排放公司的股票,以投资策略选择来避免“罪恶股票”(Choi等,2020)^[15]。同样地,消费者对绿色产品的需求也会增加,减少使用高能耗高排放的产品,绿色成了新的竞争要素且愈发重要。管理层较早进行绿色创新和产品创新,这些创新为企业打造绿色产品,有助于实现产品差异化和更早地占领市场(Klassen 和 McLaughlin,1996^[26];Olsen等,2014^[27]),形成竞争优势和新的利润增长点。三是社会公众对气候问题的态度、对绿色文化和低碳生活方式的追求,改变了企业面临的外部文化因素。极端天气事件引致公众对低碳环保的追求,进而推动企业减少碳排放。一些社会组织甚至通过舆论压力、现场调研等方式来给管理层施加压力,让管理层投入更多资源进行绿色创新。根据企业声誉理论,管理层进行绿色创新能满足公众对良好环境的诉求,帮助企业积累社会声誉,树立“绿色低碳”的良好形象。

综上,极端天气事件提高了企业管理层和外部利益相关方对气候变化的关注度,促使企业积极参与生态环境治理并采取减缓气候变化的行动,加大绿色创新则是关键行动。因此,本文提出如下假设:

H₂:极端天气事件将提高内部管理层的气候关注度,形成内部动力推动企业绿色创新活动。

H₃:极端天气事件将提高外部利益相关方的气候关注度,形成外部压力推动企业绿色创新活动。

三、研究设计

1. 台风介绍与近灾区识别

台风是典型的极端天气,且其发生具有极强的突发性和破坏性,容易引起公众对气候变化的

关注,因此,本文以台风为研究对象^①。本文的台风信息和直接经济损失数据主要来源于《中国气象灾害年鉴》^②,该年鉴记录了台风基本概况、台风主要灾情等信息。此外,有些台风强度偏低,并不能体现出极端天气特征,因此,本文以造成较大经济损失的台风为研究对象。借鉴 Dessaint 和 Matray(2017)^[41]、Bourveau 和 Law(2021)^[42]的研究,本文以直接经济损失超过 100 亿元为标准来选择台风进行分析^③。

为了识别每次台风影响的地区,本文从中国气象局热带气旋资料中心最佳路径数据集获取了台风的行进路径,该数据以经纬度记录了台风每 6 小时或每 3 小时的位置(Ying 等,2014^[43];Lu 等,2021^[44])。结合中国经济金融研究数据库(CSMAR)中的上市公司办公地址经纬度数据,可以计算出上市公司与最近一个台风记录点的距离,根据距离长短可以识别出上市公司是在台风的灾区还是近灾区。具体而言,台风平面结构可以近似为圆形,通常以台风的风圈半径判断台风的影响范围。风圈表示的是最大风速半径外、大于某一特定风速的风场所覆盖的范围。台风的十级风圈代表该风圈内平均风力十级或以上,会造成一定的损失;十二级风圈代表该风圈内平均风力十二级或以上,会造成较大损失。据气象局相关统计,2003—2019 年台风十级风圈半径约为 100 千米,十二级风圈半径约为 40 千米。为了更有效地识别近灾区,排除台风灾区的影响,本文定义灾区为距离最近的台风记录点 100 千米及以内,近灾区为记录点 100~200 千米之间。

值得说明的是,根据台风的风圈识别处理组更符合台风的特点,相较于直接识别省或市为灾区或近灾区更准确。同时,本文感兴趣的变量是近灾区(*Neighbor*),灾区(*Disaster*)仅用作控制变量。这是因为:第一,近灾区距离灾区更近,更容易获取台风信息,对台风的感知比其他地区更强(Dessaint 和 Matray,2017^[41];Bourveau 和 Law,2021^[42]),会引发公众的气候关注,将近灾区作为处理组,也能有效观察极端天气事件引发气候关注的影响。第二,如果将灾区作为处理组,检验对企业绿色创新的影响,会存在较多的替代性解释。由于台风对灾区企业生产经营和社会生活带来的破坏程度较大,灾区企业可能获得指定用途的政府救灾资金,并且可能面临诸多实际风险暴露和未来风险变化,这为台风对企业绿色创新的影响提供了很多新的解释,而不是本文所述的气候关注的作用。第三,灾区企业气候关注带来的效应是在经营受到破坏的特殊场景下,结论可能无法推广到正常经营的一般情况。这意味着,以近灾区为研究对象,能够更有效地检验极端天气事件对微观企业绿色创新活动的影响及其作用机制^④,因此,本文使用近灾区(*Neighbor*)作为主要解释变量。

2. 样本选择与数据来源

《中国气象灾害年鉴》始于 2003 年,由于实证模型需要判断企业在前一年的受灾情况,故最终的实际研究样本是 2004—2020 年沪深 A 股上市公司。本文剔除金融行业、非正常上市状态、资不抵债和数据缺失的样本,最终获得 3033 个企业的 28684 个样本数据。专利数据、碳信息披露数据、实地调研数据、网络搜索指数和政府环境补助数据来自中国研究数据服务平台数据库(CNRDS),年报气候关注数据从企业年报文本分析中获取,城市层面数据来自《中国城市统计年鉴》,ESG 评级数据来自于华证 ESG 评级体系,财务数据来自中国经济金融研究数据库(CSMAR)。本文对连续变量进行上下 1% 分位数的缩尾处理(Winsorize)。

① 洪涝、干旱和台风是影响范围最广、破坏性最大和最常见的三大极端天气,但本文未选用洪涝、干旱进行研究,是因为:一是干旱带来的冲击有限,它们可能容易被个体有效应对。二是数据限制,洪涝和干旱等其他灾害没有详细的受灾情况等数据,而台风受灾情况和行进路径数据较全,这有助于识别灾区和近灾区。

② 本文从中央气象台台风网、应急管理部公布的全国自然灾害情况中补充了最新数据。

③ 主要台风情况、台风数据和行进路径介绍因篇幅所限,相关内容正文略去。详见本刊网站登载扩展资料中的附录。

④ 灾区和近灾区的比较因篇幅所限,相关内容正文略去。详见本刊网站登载扩展资料中的附录。

3. 回归模型设定

本文基准回归的模型如下所示：

$$Green_Inno_{it} = \alpha + \beta_1 Neighbor_{it} + \gamma_1 Disaster_{it} + \gamma_2 Controls_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \tag{1}$$

其中， i 代表企业， t 代表年份。本文关心的变量为近灾区($Neighbor_{it}$)。鉴于企业在同一年中只能处于灾区、近灾区或其他地区三者之一，但其所在位置可能随年份变化，例如，在不同年份中分别位于灾区或近灾区，本文参照 Dessaint 和 Matray (2017)^[41]的方法，加入灾区变量($Disaster_{it}$)以控制灾区效应。同时，本文还加入企业固定效应(μ_i)、年份固定效应(λ_t)和其他控制变量($Controls_{it}$)， ε_{it} 是误差项。

4. 变量定义

(1)被解释变量：绿色创新活动($Green_Inno_{it}$)。本文使用世界知识产权组织(WIPO)发布的“国际专利分类绿色清单”识别绿色专利，该清单包括了污染物处理和减缓气候变化相关的专利，使用企业 i 在 t 年独立申请的绿色发明专利和绿色实用新型专利数之和加 1 后取自然对数衡量。绿色专利申请数量一定程度上反映出企业绿色创新活动的强弱。

(2)解释变量：近灾区($Neighbor_{it}$)。考虑到滞后效应，如果上市公司在 t 年或者 $t-1$ 年处于近灾区， $Neighbor_{it}$ 取 1，否则取 0。

(3)控制变量。灾区($Disaster_{it}$)定义类似于近灾区($Neighbor_{it}$)，如果上市公司在 t 年或者 $t-1$ 年处于灾区，则 $Disaster_{it}$ 取 1，否则取 0。参考创新和绿色创新的相关研究 (Amore 和 Bannedsen, 2016^[45]；Berrone 等, 2013^[46]；He 和 Tian, 2013^[47])，本文在企业层面控制了可能影响绿色创新的多维度因素。首先，本文控制了企业基础财务状况，公司规模($Size_{it}$)、偿债能力(LEV_{it})、盈利能力(ROA_{it})和现金流充裕度(CFO_{it})反映了企业实施创新的基本能力。其次，本文控制了企业成长能力，公司成长性($Growth_{it}$)和成立年限(Age_{it})反映不同阶段企业的创新动力差异。最后，本文控制了公司治理水平，机构投资者持股比例($Institution_{it}$)、第一大股东持股比例($Top1_{it}$)、董事会规模($BoardSize_{it}$)、独立董事比例($Independent_{it}$)、CEO 和董事长两职合一($Dual_{it}$)等，这些因素影响管理层的绿色创新决策。此外，考虑到台风的地区分布存在差异，且地区特征可能影响企业绿色创新，本文还控制了城市层面的基本特征 (焦豪等, 2023)^[48]，包括：城市规模(GDP_{it})、经济增长能力($GDPGrowth_{it}$)、产业特征($IndRatio_{it}$ ； $Tertiary_{it}$)、政府财政状况($Budget_{it}$)、劳动要素成本($Wage_{it}$)、数字基础设施水平($Internet_{it}$)。

四、实证分析

1. 描述性统计和相关系数分析

表 1 列示了本文主要变量的描述性统计。 $Neighbor_{it}$ 的平均值为 0.212，表明有 21.20% 的样本曾在当年或上年处在近灾区， $Disaster_{it}$ 的平均值为 0.205，表明 20.50% 的样本曾在当年或上年处在灾区。 $Green_Inno_{it}$ 的平均值为 0.74，中位数为 0，标准差为 1.09，体现出绿色创新在不同企业或不同年份存在明显差异。此外，各变量的取值均在合理的区间之内。相关系数分析表明^①， $Neighbor_{it}$ 与 $Green_Inno_{it}$ 的相关系数在 1% 水平上显著为正，初步验证了本文的假设 H_1 。此外， $Neighbor_{it}$ 与控制变量的相关系数最大值是 0.18，而控制变量之间的相关系数也无异常，模型不存在严重的多重共线性问题。

表 1 描述性统计

变量名称	变量符号	观测值	平均值	标准差	最小值	中位数	最大值
绿色创新活动	$Green_Inno$	28684	0.742	1.090	0.000	0.000	4.290

① 相关系数表因篇幅所限，相关内容正文略去。详见本刊网站登载扩展资料中的附录。

续表 1

变量名称	变量符号	观测值	平均值	标准差	最小值	中位数	最大值
近灾区	<i>Neighbor</i>	28684	0.212	0.409	0.000	0.000	1.000
灾区	<i>Disaster</i>	28684	0.205	0.404	0.000	0.000	1.000
公司规模	<i>Size</i>	28684	21.800	1.175	19.350	21.669	25.352
偿债能力	<i>LEV</i>	28684	0.366	0.207	0.004	0.353	0.861
盈利能力	<i>ROA</i>	28684	0.039	0.063	-0.209	0.033	0.254
现金流充裕度	<i>CFO</i>	28684	0.032	0.075	-0.214	0.028	0.254
成长性	<i>Growth</i>	28684	0.176	0.901	-0.985	0.061	6.930
成立年限	<i>Age</i>	28684	2.821	0.362	1.623	2.868	3.506
机构投资者持股比例	<i>Institution</i>	28684	0.458	0.239	0.004	0.485	0.910
第一大股东持股比例	<i>Top1</i>	28684	0.352	0.151	0.089	0.331	0.746
董事会规模	<i>BoardSize</i>	28684	2.150	0.201	1.609	2.197	2.708
独立董事比例	<i>Independent</i>	28684	0.371	0.053	0.273	0.333	0.571
CEO和董事长两职合一	<i>Dual</i>	28684	0.244	0.430	0.000	0.000	1.000
城市规模	<i>GDP</i>	28684	27.103	1.165	23.995	27.213	28.984
经济增长能力	<i>GDPGrowth</i>	28684	0.089	0.036	0.011	0.082	0.177
产业结构	<i>IndRatio</i>	28684	1.470	0.979	0.430	1.129	5.168
第三产业占比	<i>Tertiary</i>	28684	0.527	0.133	0.265	0.510	0.835
政府财政状况	<i>Budget</i>	28684	0.108	0.045	0.035	0.097	0.220
劳动要素成本	<i>Wage</i>	28684	11.059	0.549	9.418	11.123	12.128
数字基础设施水平	<i>Internet</i>	28684	14.512	1.117	11.067	14.674	16.341

2. 基准回归结果

根据模型(1),回归结果如表2所示。表2第(1)列仅加入灾区(*Disaster_{it}*)和固定效应作为控制变量,第(2)列进一步加入企业层面的控制变量,第(3)列加入企业和城市层面全部控制变量。根据表2第(3)列,*Neighbor_{it}*系数在1%的水平下显著为正,企业当年或上一年处在台风近灾区,绿色专利申请数量提高3.6%(系数值为0.036),这意味着,经过一次台风,企业独立申请的绿色专利增加了7.2%(3.6%×2),经济意义显著,台风促使企业增加了绿色创新活动。

表 2 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)
<i>Neighbor</i>	0.0386*** (0.0143)	0.0337** (0.0140)	0.0364*** (0.0138)
<i>Disaster</i>	0.0220 (0.0149)	0.0231 (0.0145)	0.0258* (0.0143)
<i>Size</i>		0.2750*** (0.0205)	0.2724*** (0.0203)
<i>LEV</i>		-0.0855 (0.0663)	-0.0850 (0.0661)

续表 2

变量	(1)	(2)	(3)
<i>ROA</i>		-0.1631 (0.1005)	-0.1510 (0.1002)
<i>CFO</i>		-0.0350 (0.0605)	-0.0328 (0.0603)
<i>Growth</i>		-0.0103** (0.0047)	-0.0108** (0.0046)
<i>Age</i>		0.2932** (0.1160)	0.2734** (0.1152)
<i>Institution</i>		0.0478 (0.0806)	0.0473 (0.0798)
<i>Top1</i>		-0.2424* (0.1343)	-0.2427* (0.1334)
<i>BoardSize</i>		0.0113 (0.0639)	0.0093 (0.0636)
<i>Independent</i>		0.1997 (0.2028)	0.1930 (0.2019)
<i>Dual</i>		-0.0089 (0.0214)	-0.0095 (0.0214)
<i>GDP</i>			0.1457*** (0.0513)
<i>GDPGrowth</i>			-0.1640 (0.3641)
<i>IndRatio</i>			0.0447 (0.0424)
<i>Tertiary</i>			-0.2997 (0.3083)
<i>Budget</i>			0.2588 (0.4992)
<i>Wage</i>			-0.2018* (0.1115)
<i>Internet</i>			0.0380* (0.0204)
常数项	0.7289*** (0.0047)	-6.0836*** (0.5529)	-8.1580*** (1.4819)
企业/年份固定效应	是	是	是
观测值	28684	28684	28684
调整 R ²	0.6348	0.6465	0.6471

注：***代表 $p<0.01$ ，**代表 $p<0.05$ ，*代表 $p<0.1$ ；括号内为标准误，并经企业层面聚类调整。下同

本文进行了平行趋势检验，结果如表 3 所示。 $Neighbor_pre1_{it}$ 、 $Neighbor_pre2_{it}$ 分别表示企业处在台风近灾区的前一年和前两年， $Neighbor_current_{it}$ 、 $Neighbor_post1_{it}$ 和 $Neighbor_post2_{it}$ 则表示企业

处在台风近灾区的当年、后一年和后两年, $Disaster_pre1_{it}$ 、 $Disaster_pre2_{it}$ 、 $Disaster_current_{it}$ 、 $Disaster_post1_{it}$ 和 $Disaster_post2_{it}$ 的定义与 $Neighbor$ 类似。 $Neighbor_current_{it}$ 和 $Neighbor_post1_{it}$ 在 5%的水平下显著为正,且 $Neighbor_post1_{it}$ 系数更大,说明近灾区企业在台风当年和第二年都增加了绿色创新活动,但效应在第二年更强,因为开展创新活动需要时间。 $Neighbor_pre1_{it}$ 、 $Neighbor_pre2_{it}$ 均不显著,说明满足平行趋势假设。由于个体的注意力有限,随着时间推移,极端天气事件不再让个体记忆深刻,那么个体对气候变化的关注度会逐渐减弱,从而效应减弱,这一点可以由 $Neighbor_post2_{it}$ 不显著得到印证。综合来看,实证结果支持研究假设 H_1 ,极端天气事件促使近灾区企业增加了绿色创新^①。

表 3 平行趋势检验

变量	(1)
$Neighbor_pre2$	0.0024 (0.0176)
$Neighbor_pre1$	-0.0048 (0.0163)
$Neighbor_current$	0.0374** (0.0187)
$Neighbor_post1$	0.0419** (0.0177)
$Neighbor_post2$	0.0147 (0.0184)
$Disaster_pre2$	0.0048 (0.0188)
$Disaster_pre1$	0.0202 (0.0179)
$Disaster_current$	0.0395** (0.0174)
$Disaster_post1$	0.0125 (0.0168)
$Disaster_post2$	-0.0246 (0.0170)
控制变量	控制
企业/年份固定效应	是
观测值	26332
调整 R^2	0.6554

3. 稳健性检验

(1)安慰剂检验。本文通过改变台风影响的距离范围、随机改变处理组和实验组来进行安慰剂检验。参考 Alok 等(2020)^[49],重新定义灾区和近灾区,即定义距离最近台风记录点 900~1000 千米的企业为灾区($Disaster_f_{it}$),1000~1100 千米为近灾区($Neighbor_f_{it}$),台风当年和下一年均取 1。

^① $Disaster_current_{it}$ 在 5%的水平下显著为正,这说明灾区的企业在正常经营受到了冲击的情况下,仍增加了绿色创新,但这可能不仅是企业利益相关者气候关注度提升的影响。

相应的实证结果列示在表 4 第(1)列,结果不显著,通过安慰剂测试。此外,本文也随机匹配台风处理组和控制组,重新估计模型(1),重复 500 次。处理组的系数分布如图 3 所示,呈现出以 0 为对称轴的对称分布。如图 3 中虚线所示,基准回归系数在分布的右尾,说明随机匹配的样本不太可能导致本文的结果。

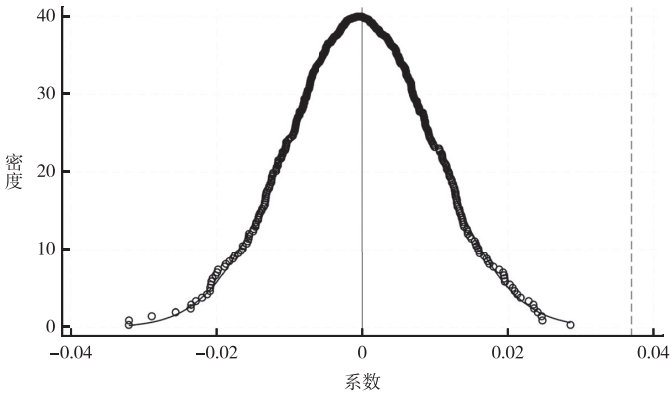


图 3 安慰剂检验

表 4 稳健性检验:安慰剂检验、改变样本和改变变量度量方法

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>Green_Inno</i>	<i>Green_Inno</i>	<i>Green_Inno</i>	<i>Total_GreInno</i>
	安慰剂检验	删除上海样本	部分省份样本	联合绿色创新
<i>Neighbor_f</i>	-0.0213 (0.0238)			
<i>Neighbor</i>		0.0333** (0.0154)	0.0355** (0.0140)	0.0326** (0.0142)
<i>Disaster_f</i>	-0.0154 (0.0211)			
<i>Disaster</i>		0.0342** (0.0144)	0.0230 (0.0147)	0.0298** (0.0146)
控制变量	控制	控制	控制	控制
企业/年份固定效应	是	是	是	是
观测值	28684	26185	21950	28684
调整 R ²	0.6469	0.6466	0.6319	0.6867

(2)删除上海市的样本。统计发现,上海市的样本处在近灾区的次数占全部近灾区样本的 25.25%,而上海作为直辖市与其他地区有较大差别。为了避免由上海市样本导致本文的结果或上海市的特征对结果造成影响,本文删除了上海市的样本后重新回归。结果列示在表 4 第(2)列, $Neighbor_{it}$ 对绿色创新的影响在 5% 的水平上显著为正,与基准回归结果保持一致。

(3)只保留经常受台风影响省份的样本。台风袭击与地理位置相关,东部和部分中西部地区经常受到台风影响,这些地区与其他地区可能存在一些差异,本文根据气象局的资料识别出了经常受台风影响的 18 个省(直辖市),只保留这些地区的样本进行回归。结果见表 4 第(3)列, $Neighbor_{it}$ 对绿色创新的影响在 5% 的水平上显著为正,与基准回归结果基本一致。

(4)改变被解释变量度量方法。考虑到上市公司有可能与其他企业联合申请专利,本文扩大

绿色创新的范围为独立和联合申请的绿色专利总数($Total_GreInno_{it}$)。结果列示在表4第(4)列,可以看到结果保持不变, $Neighbor_{it}$ 系数在5%水平下显著为正。

(5)进一步控制其他固定效应和调整聚类稳健标准误。为了进一步减少地区、行业不可观测因素的影响,本文在表5第(1)列增加了城市固定效应和行业固定效应。在第(2)列,本文将标准误聚类层面改为城市层面,两列 $Neighbor_{it}$ 系数分别在1%和5%水平下显著为正,结果基本保持不变。

(6)改变近灾区的范围。根据气象局统计资料,台风的七级风圈以300千米居多,因此,本文扩大近灾区范围至300千米($Neighbor_300_{it}$),结果列示在表5第(3)列,与基准回归结果相比,系数有所减小。本文进一步扩大近灾区范围至400千米($Neighbor_400_{it}$),结果列示在第(4)列,效应变得不显著,系数接近0。结果符合预期,随着距离增加,台风引起气候关注的可能性下降,进一步验证了本文结论。

表5 稳健性检验:增加固定效应、调整聚类层面和改变近灾区范围

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>Green_Inno</i>	<i>Green_Inno</i>	<i>Green_Inno</i>	<i>Green_Inno</i>
	增加固定效应	调整聚类层面	扩大近灾区	扩大近灾区
<i>Neighbor</i>	0.0390*** (0.0137)	0.0364** (0.0142)		
<i>Neighbor_300</i>			0.0294** (0.0124)	
<i>Neighbor_400</i>				0.0073 (0.0114)
<i>Disaster</i>	0.0274* (0.0143)	0.0258 (0.0168)	0.0293* (0.0155)	0.0224 (0.0156)
控制变量	控制	控制	控制	控制
企业固定效应	是	是	是	是
城市固定效应	是	否	否	否
行业固定效应	是	否	否	否
年份固定效应	是	是	是	是
观测值	28680	28684	25037	25037
调整 R ²	0.6492	0.6471	0.6606	0.6605

五、影响机制分析

1. 管理层气候关注的内部动力

为了进一步验证气候关注的机制作用,本文检验了台风后企业气候关注变化情况,以及更关注气候变化的企业绿色创新是否受台风的影响更大。一方面,本文根据气候相关的新闻报道、科普资料等搜集气候变化关键词,并用Python将年报进行分词,与气候变化关键词匹配,统计气候变化披露词频。管理层在年报中提及与气候变化相关的关键词有“气候变化”“气候风险”“全球变暖”“温室气体”“巴黎协定”等,这些关键词体现了管理层在年报中对气候变化的直接关注,能反映管理层参与气候治理的意愿和内生动力。另一方面,本文采用中国研究数据服务平台(CNRDS)的

年报碳信息披露数据,包括低碳战略和低碳治理两个维度,关键词有“碳中和”“低碳转型”“碳减排”“低碳科技创新”等。本文预期,台风发生让管理层更加关注气候变化,产生了参与生态治理的内生动力,他们会在年报中进行积极披露,而这种关注行为的变化,将会影响管理层长期的绿色创新决策。这些披露既可能是直接表达对气候变化的关注,也可能是对管理层进行的实际行动所做的描述和披露。本文构建如下模型进行检验:

$$Climate(Carbon)_{it} = \alpha + \beta_1 Neighbor_{it} + \gamma_1 Disaster_{it} + \gamma_2 Controls_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$Green_Inno_{it} = \alpha + \beta_1 Neighbor_{it} + \beta_2 Neighbor_{it} \times M_Climate_Concern(M_Carbon_Concern)_{it} + \gamma_1 Disaster_{it} + \gamma_2 Controls_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

在模型(2)中,本文更换被解释变量为气候变化披露($Climate_{it}$)或者碳信息披露($Carbon_{it}$),且保持控制变量不变。本文定义 $Climate_{it}$ 为年报中上述气候变化关键词的词频数,定义 $Carbon_{it}$ 为碳信息披露的词频数。考虑到词频数存在大量零值,因此,本文在模型(2)中使用泊松回归估计。在模型(3)中,本文构建了调节变量模型,定义 $M_Climate_Concern_{it}$ 为企业在样本期间是否披露过气候变化关键词,用以度量企业对气候变化的关注,披露过取 1,否则取 0^①。类似地,定义 $M_Carbon_Concern_{it}$ 为企业在样本期间是否披露过碳信息,用以度量企业对碳减排的重视程度,披露过取 1,否则取 0。结果列示在表 6 第(1)列~第(4)列,第(1)列被解释变量为 $Climate_{it}$,第(2)列被解释变量为 $Green_Inno_{it}$ 且解释变量加入了 $Neighbor_{it}$ 和 $M_Climate_Concern_{it}$ 的交乘项,第(3)列被解释变量为 $Carbon_{it}$,第(4)列被解释变量为 $Green_Inno_{it}$ 且解释变量加入了 $Neighbor_{it}$ 和 $M_Carbon_Concern_{it}$ 的交乘项。可以看到,第(1)列中 $Neighbor_{it}$ 系数在 1% 水平上显著为正,说明近灾区管理层在台风后更关注气候变化问题。第(2)列中,交乘项系数在 10% 水平上显著为正,这说明近灾区管理层更关注气候变化,则企业绿色创新增加得更多,管理层的气候关注能形成有效的内生动力,推动企业绿色创新。第(3)列同样结果表明,近灾区企业的碳信息披露增加,第(4)列结果表明,交乘项系数显著为正,这说明管理层越重视碳排放,则越可能在台风后运用绿色创新减少碳排放。这些结果意味着,企业在年报中对气候和碳信息进行了更多的披露,表明管理层对气候变化极为关注,而气候关注是极端天气事件对企业绿色创新影响的中介机制,验证了本文研究假设 H₂。

表 6 管理层关注的检验

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>Climate</i>	<i>Green_Inno</i>	<i>Carbon</i>	<i>Green_Inno</i>
	气候关注	气候关注调节	碳信息披露	碳信息披露调节
<i>Neighbor</i>	0.2382*** (0.0782)	-0.0118 (0.0293)	0.1079* (0.0649)	-0.0165 (0.0231)
<i>Neighbor</i> × <i>M_Climate_Concern</i>		0.0598* (0.0327)		
<i>Neighbor</i> × <i>M_Carbon_Concern</i>				0.0763*** (0.0279)
<i>Disaster</i>	0.1323* (0.0772)	0.0257* (0.0143)	0.0062 (0.0520)	0.0258* (0.0143)
控制变量	控制	控制	控制	控制
企业/年份固定效应	是	是	是	是
观测值	22238	28684	18568	28684
调整 R ² /伪 R ²	0.2611	0.6471	0.4321	0.6472

① 由于 $Neighbor$ 可以直接影响 $Climate$,所以,本文并未以 $Climate$ 作为调节变量,而是构造一个样本期间保持不变的 $M_Climate_Concern$ 变量,以减少调节变量与 $Neighbor$ 相关导致的计量问题,下同。

2.管理层气候关注的外部压力

频发的极端天气事件同样会引起外部公众对全球气候变暖的关注(Choi等,2020^[15];Ardia等,2023^[40]),他们要求管理层采取参与生态治理的行动,为管理层进行绿色创新带来了较大的外部压力。为检验这一效应,本文采用了投资者等(包括证券公司、媒体、政府部门、海外机构、其他机构)实地调研来衡量外部利益相关者的关注行动,这些调研形成对管理层的外在压力。外部利益相关者前往企业调研可能关注很多问题,如投资、经营业绩、ESG、融资、创新等问题。如果台风之后,近灾区企业得到更多外部利益相关方的实地调研,且其绿色创新增加更多,则在一定程度上表明外部相关利益方通过实地调研向管理层施加了外部压力。台风引起了外部利益相关者对气候变化的关注,他们通过调研来向管理层施加压力,询问更多关于减少碳排放或绿色投资的问题,从而促使管理层进行更多的绿色创新,应对长期的气候恶化。本文也采用了中国研究数据服务平台数据库(CNRDS)上市公司网络搜索指数度量外部利益相关者对企业的关注,搜索指数是反映各类利益相关者对企业关注度的综合指数。为检验上述结果,本文构建了如下模型进行检验:

$$Site_Visit(Search_Index)_i = \alpha + \beta_1 Neighbor_i + \gamma_1 Disaster_i + \gamma_2 Controls_i + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_i \tag{4}$$

$$Green_Inno_i = \alpha + \beta_1 Neighbor_i + \beta_2 Neighbor_i \times Insti_Concern(Search_Concern)_i + \gamma_1 Disaster_i + \gamma_2 Controls_i + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_i \tag{5}$$

相应的结果列示在表7第(1)列~第(4)列,Site_Visit_i定义为外部投资者实地调研的次数加1后取对数,Insti_Concern_i表示企业在样本期间被实地调研的平均次数;Search_Index_i表示企业在台风可能发生月份的网络搜索指数,Search_Concern_i表示企业在样本期间的平均搜索指数。第(1)列的被解释变量为Site_Visit_i,以检验近灾区企业是否引起更多外部利益相关者实地调研,结果显示,Neighbor_i系数在10%水平上显著为正,为外部利益相关者更关注企业提供了证据。为了检验更受外部投资者关注的企业是否有更大的绿色创新压力,本文在第(2)列以Green_Inno_i为被解释变量,并在解释变量中加入Neighbor_i和Insti_Concern_i的交乘项,结果表明,交乘项系数为正且在1%水平上显著,说明更可能被实地调研的企业面临更大的绿色创新压力,也进行了更多的绿色创新。第(3)列和第(4)列则从网络搜索指数的角度进一步提供证据,第(3)列结果表明,近灾区企业台风发生后网络搜索指数显著上涨,Search_Index_i在10%水平上显著为正;第(4)列表明,Neighbor_i和Search_Concern_i的交乘项系数显著为正,说明受利益相关者关注的企业在台风后进行了更多绿色创新活动。以上结果表明,极端事件引起外部利益相关者更关注近灾区企业,施加给企业更大的绿色创新压力,使企业增加绿色创新活动,验证了本文研究假设H₃。

表7 外部利益相关者关注的检验

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	Site_Visit	Green_Inno	Search_Index	Green_Inno
	实地调研	实地调研调节	搜索指数	搜索指数调节
Neighbor	0.0504* (0.0306)	0.0191 (0.0184)	0.0904* (0.0508)	0.0064 (0.0221)
Neighbor×Insti_Concern		0.0008*** (0.0002)		
Neighbor×Search_Concern				0.0103* (0.0058)
Disaster	0.0461 (0.0319)	0.0390** (0.0165)	-0.0027 (0.0486)	0.0241* (0.0144)

续表 7

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>Site_Visit</i>	<i>Green_Inno</i>	<i>Search_Index</i>	<i>Green_Inno</i>
	实地调研	实地调研调节	搜索指数	搜索指数调节
控制变量	控制	控制	控制	控制
企业/年份固定效应	是	是	是	是
观测值	17542	18244	21946	28281
调整 R ²	0.4864	0.6380	0.5624	0.6480

六、进一步分析

1. 台风发生频率与强度带来的额外影响

如果台风的发生引发公众(管理层和企业利益相关方)的气候关注,那么当台风发生的频率和强度更大时,这种效应会更强。为了检验这一预期,本文将基准回归模型的 $Neighbor_{it}$ 替换为两个细分变量: $Neighbor_First_{it}$ 表示样本期间内第一次遭受台风影响, $Neighbor_Second_{it}$ 表示第二次或更多次遭受台风影响。回归结果列示在表 8 第(1)列,结果显示, $Neighbor_Second_{it}$ 系数在 1% 的水平显著为正,而 $Neighbor_First_{it}$ 系数小于 $Neighbor_Second_{it}$ 且不显著。以上结果表明,经历的台风次数越多,近灾区企业绿色创新活动也越多。

表 8 经历台风次数和台风强度的异质性检验

变量	(1)	(2)
	<i>Green_Inno</i>	<i>Green_Inno</i>
	台风次数	台风强度
<i>Neighbor_First</i>	0.0188 (0.0166)	
<i>Neighbor_Second</i>	0.0577*** (0.0201)	
<i>Neighbor_Damage</i>		0.0058** (0.0025)
<i>Disaster</i>	0.0244* (0.0143)	0.0244* (0.0143)
控制变量	控制	控制
企业/年份固定效应	是	是
观测值	28684	28684
调整 R ²	0.6471	0.6470

除了经历台风次数外,企业所经历台风的强度也会影响公众对气候的关注程度,台风的强度越高,企业进行绿色创新的可能性越高。本文以近灾区企业所遭遇台风的直接经济损失度量台风强弱,以检验台风强度带来的对管理层绿色创新活动的额外影响。 $Neighbor_Damage_{it}$ 表示 $Neighbor_{it}$ 乘以近灾区企业所经历台风的直接经济损失(亿元)。相应的回归结果列示在表 8 第(2)

列,结果显示, $Neighbor_Damage_{it}$ 系数在5%水平上显著为正,说明台风强度越大,企业外部利益相关方对气候越关注,企业绿色创新活动越多。

2. 台风对绿色创新质量的影响

绿色专利包括了绿色发明专利和绿色实用新型专利两部分。黎文靖和郑曼妮(2016)^[50]研究发现,企业存在策略性创新的现象,管理层为了增加创新的数量而牺牲创新的质量。发明专利要比实用新型专利申请耗时更长,投入更多,更能推动技术进步、形成竞争力和提高企业市场价值,因此被视为是实质性创新,被用来衡量创新质量,而实用新型专利被视为策略性创新。本文区分绿色发明创新和绿色实用新型创新,来检验台风带来的影响。绿色发明创新($Inv_GreenInno_{it}$)以绿色发明专利申请数加1后取自然对数度量,绿色实用新型创新($Um_GreenInno_{it}$)以绿色实用新型专利申请数加1后取自然对数度量。回归结果如表9所示, $Neighbor_{it}$ 系数在第(1)列和第(2)列中均在10%水平上显著为正,说明台风过后,管理层不仅增加了实用新型创新,而且增加了发明创新,绿色创新的数量和质量都显著上升。

表9 绿色创新质量

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	$Um_GreenInno$	$Inv_GreenInno$	$Green_Cite1$	$Green_Cite2$	$Green_Eff$
	实用新型创新	发明创新	专利引用	总引用	创新效率
$Neighbor$	0.0272** (0.0117)	0.0301*** (0.0114)	0.0358* (0.0213)	0.0386* (0.0217)	0.0015** (0.0008)
$Disaster$	0.0204* (0.0119)	0.0185 (0.0121)	0.0046 (0.0229)	0.0047 (0.0233)	0.0012 (0.0008)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
企业/年份固定效应	是	是	是	是	是
观测值	28684	28684	28684	28684	28684
调整 R^2	0.5971	0.6139	0.6215	0.6201	0.5938

为更好地度量绿色创新质量,本文也考察了企业当年申请的绿色专利在未来被其他专利和非专利引用的情况。在表9第(3)列,本文更换被解释变量为绿色发明专利被其他专利引用的次数加1取对数($Green_Cite1_{it}$),第(4)列更换被解释变量为被专利和非专利引用的次数加1取对数($Green_Cite2_{it}$),两列结果均显示, $Neighbor_{it}$ 系数在10%水平上显著为正。在第(5)列,本文进一步以绿色专利除以研发支出(均取对数)衡量绿色创新效率($Green_Eff_{it}$),结果表明, $Neighbor_{it}$ 在5%水平上显著增加。以上结果表明,极端天气事件也引起企业提高绿色创新质量。

3. 绿色创新的经济后果

本文从非财务绩效和经营风险两方面检验了绿色创新的经济后果。一方面,如果绿色创新能够有效缓解外部利益相关者对企业气候风险的担忧,那么可以预期,企业的环境绩效等非财务绩效有显著提升。本文以企业ESG得分(数据来自于华证)度量企业的非财务绩效,结果列示在表10第(1)列,以 ESG_Score_{it} 为被解释变量,以 $Green_Inno_{it}$ 为解释变量,发现绿色创新能在1%水平上显著提高企业ESG得分,且 $Neighbor_{it}$ 和 $Green_Inno_{it}$ 的交乘项($Neighbor \times Green_Inno$)在5%水平上显著为正,说明近灾区企业在台风后进行的绿色创新对提高ESG得分有更强的作用。

另一方面,如果绿色创新能够更有效地帮助企业减少灾害带来的负面影响,应对长期的环境

风险和气候风险,那么可以合理预期,绿色创新能够减少企业的经营风险。结果列示在第(2)列,以企业未来三年的资产收益率标准差作为经营风险的度量指标(Std_ROA_{it}),发现 $Neighbor_{it}$ 和 $Green_Inno_{it}$ 的交乘项在 5% 水平上显著为负,说明近灾区企业在台风后进行的绿色创新活动显著降低了企业的经营风险。以上结果说明,近灾区企业在台风后进行的绿色创新活动,有效提升了企业的非财务绩效,并降低了企业未来的经营风险。

表 10 绿色创新经济后果

变量	(1)	(2)
	ESG_Score	Std_ROA
	ESG 得分	经营风险
$Neighbor \times Green_Inno$	0.0343** (0.0136)	-0.0012** (0.0006)
$Green_Inno$	0.0533*** (0.0108)	-0.0004 (0.0006)
$Neighbor$	-0.0361* (0.0210)	0.0003 (0.0011)
$Disaster$	0.0121 (0.0188)	-0.0017* (0.0009)
控制变量	控制	控制
企业/年份固定效应	是	是
观测值	24695	25775
调整 R^2	0.5004	0.3885

4. 排除替代性解释

第一,灾后重建可能对企业绿色创新存在挤出效应,即灾害会减少企业的营业收入,但这种效应对于近灾区企业影响较小。为验证这一预期,本文选用了利润表的当期销售收入作为被解释变量, $Sales_{it}$ 等于营业收入除以总资产。结果列示在表 11 的第(1)列,近灾区 $Neighbor_{it}$ 的系数不显著,灾区 $Disaster_{it}$ 系数在 10% 水平显著为负,说明在台风发生的当年和次年,灾区企业受到了台风的影响营业收入减少,但是近灾区经济损失的程度相对较小,与预期一致。此外,本文在第(2)列增加控制 $Sales_{it}$, $Neighbor_{it}$ 系数仍保持在 1% 水平上显著为正。可见,近灾区企业受到的影响更加外生,且更可能是因为对气候关注的变化而进行绿色创新。

表 11 排除替代性解释

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	$Sales$	$Green_Inno$	$E_Subsidy$	$Green_Inno$	Tax_Expen	$Green_Inno$	$Bank_Debt$	$Green_Inno$
	销售收入	销售收入	环境补助	环境补助	企业税费	企业税费	信贷支持	信贷支持
$Neighbor$	0.0014 (0.0038)	0.0365*** (0.0138)	-0.0488 (0.0866)	0.0362** (0.0145)	-0.0002 (0.0005)	0.0365*** (0.0138)	-0.0115 (0.0196)	0.0367** (0.0150)
$Disaster$	-0.0075* (0.0042)	0.0253* (0.0143)	0.1625* (0.0881)	0.0274* (0.0147)	0.0012** (0.0005)	0.0275* (0.0143)	0.0128 (0.0208)	0.0290* (0.0161)

续表 11

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
变量	<i>Sales</i>	<i>Green_Inno</i>	<i>E_Subsidy</i>	<i>Green_Inno</i>	<i>Tax_Expen</i>	<i>Green_Inno</i>	<i>Bank_Debt</i>	<i>Green_Inno</i>
	销售收入	销售收入	环境补助	环境补助	企业税费	企业税费	信贷支持	信贷支持
<i>Sales</i>		-0.0731* (0.0418)						
<i>E_Subsidy</i>				-0.0019 (0.0013)				
<i>Tax_Expen</i>						-1.1831*** (0.3018)		
<i>Bank_Debt</i>								0.0368*** (0.0078)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
企业/年份 固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
观测值	28684	28684	25805	25805	28429	28429	24313	24313
调整 R ²	0.7843	0.6472	0.3749	0.6645	0.7068	0.6481	0.8141	0.6604

第二,前面的机制分析说明,极端天气事件引起企业内部管理层和外部相关利益方对气候的关注,从而改变了企业进行绿色创新的动力和压力。但这一结果可能存在其他替代性解释,如地方政府可能加强对自然灾害抵御而增加对当地企业的相关补贴,补贴增加也可能导致企业进行更多绿色创新。因此,为了排除这一替代性解释,本文也检验了近灾区企业政府补贴的变化,使用中国研究数据服务平台数据库(CNRDS)提供的政府环境补助数为被解释变量($E_Subsidy_{it}$),对该补助数加1取对数。具体见表11第(2)列,结果显示,近灾区($Neighbor_{it}$)对政府环境补助的影响为负且不显著;表11第(3)列进一步表明,在控制政府环境补助的情况下, $Neighbor_{it}$ 仍然对企业绿色创新具有显著正影响。这些结果在一定程度上排除了这一替代性解释。

第三,在政府环境补助之外,税收减免也可能是台风后政府支持企业的方式,这形成另一替代性解释。为排除这一替代性解释,本文以企业利润表的“税金及附加”与“所得税费用”之和除以“营业总收入”衡量企业税收负担(Tax_Expen_{it})。在表11第(5)列,本文以企业税收负担(Tax_Expen_{it})为被解释变量,发现近灾区企业的税收负担没有明显变化。在第(6)列,本文进一步控制企业税收负担, $Neighbor_{it}$ 系数仍保持显著为正,这在一定程度上排除了这一替代性解释。

第四,台风过后,地区的信贷支持也可能影响企业绿色创新的动力,形成另一替代性解释。为排除这一替代性解释,本文以企业资产负债表的“长期借款”与“短期借款”之和取自然对数来衡量企业获得的信贷资源总额($Bank_Debt_{it}$)。类似地,本文在表11第(7)列以信贷资源总额为被解释变量($Bank_Debt_{it}$),在第(8)列则控制了信贷资源总额。第(7)列结果显示,台风过后,近灾区企业的信贷资源总额并未发生明显变化;第(8)列显示,在控制信贷资源总额后, $Neighbor_{it}$ 系数仍显著为正。这在一定程度上排除了信贷支持的替代性解释。

七、结论和启示

1. 研究结论

本文以台风为典型事件,深入探讨了极端天气事件引发气候关注对企业绿色创新的影响。本文发现,台风过后,近灾区企业的绿色创新活动呈现出显著增长趋势,这种影响主要源于管理层更关注气候变化而形成的内部动力,以及外部相关利益方更关注气候变化而向管理层施加的外部压力。实证结果支持了上述预期,具体结果表明,近灾区企业管理层在年报中增加了对气候变化和碳信息的披露,且企业越关注气候变化和碳排放信息,企业增加绿色创新的效应越明显;台风后外部相关利益方对近灾区企业的实地调研更频繁,近灾区企业的网络搜索指数显著上涨,且随着外部利益相关方的关注度增加,企业增加绿色创新越多。本文还有其他一系列研究发现:极端天气事件对企业绿色创新的影响随着台风发生频率和强度提升而增强;台风后企业所进行的绿色创新质量也提高,体现在绿色发明专利增加、专利被引用次数增加和创新效率提高;企业在台风后所进行的绿色创新能有效提高 ESG 表现,并显著降低企业未来的经营风险。本研究揭示了气候关注在极端天气事件影响企业绿色创新过程中的重要作用,极端天气引发企业管理层和利益相关方关注气候变化,提升了他们参与气候治理的意愿。在这种内部动力和外部压力的作用下,管理层进行了更多的绿色创新,以应对长期的气候恶化。

2. 启示

(1)对企业管理实践的启示。极端天气显著提升了企业的绿色创新水平,说明极端天气不仅构成企业面临的环境风险,也可能成为企业获取长期竞争优势的外部激励。这一结论揭示出,灾害事件之后,公众对气候变化的关注度明显提高,从而扩大了绿色产品和低碳技术的潜在市场,提升了绿色创新的边际收益。这意味着绿色创新已不仅是履行社会责任的外在要求,更是提升市场响应能力、塑造差异化竞争优势的战略选择。特别是在灾害发生后,公众气候风险意识增强,企业若能及早开展绿色创新,不仅能够未来更为严格的环境政策出台前提前适应、降低合规成本,还可以通过绿色技术积累、产品升级和品牌塑造,在新一轮绿色竞争中占据先发优势。此外,绿色创新所带来的减排技术和绿色产品有助于提升行业门槛,构筑技术壁垒,进一步增强企业的市场定价权与议价能力。因此,企业应从战略层面高度重视气候风险的外部性,将其转化为推动绿色转型的内在动力,加大绿色研发投入,提升绿色创新能力,以实现环境适应性与长期价值创造的统一。

(2)对政府与其他外部利益相关者的启示。灾害事件触发的绿色创新行为受到公众气候意识提升和社会监督机制强化的驱动,这一发现对政府、监管机构、媒体及资本市场等外部利益相关者具有以下启示:首先,公众参与生态治理的主观意愿与监督行为是推动企业绿色转型的重要力量。政府应通过制度设计激发公众的生态治理参与动机,推动绿色政策从“自上而下”向“上下联动”转变,应加强气候变化与绿色发展的宣传教育,提升全社会对极端天气和气候风险的认识,培育绿色生活方式与生态文化认同。其次,政策制定应注重与公众参与的协同联动,通过信息披露、环境评价、公众听证等制度安排,提升政策的透明度与公众信任度,强化环境治理的社会基础。再次,资本市场的绿色导向作用亟需加强。鼓励投资者、分析师及其他金融中介在投融资决策中更多关注企业的环境绩效与应对气候变化的能力,有助于通过市场机制传导绿色发展信号,提升企业管理层对绿色创新的战略重视程度。最后,在落实“碳达峰、碳中和”目标和实现绿色低碳转型的过程中,应充分认识到个体行为与社会文化在系统性变革中的重要性。要弘扬生态文明理念,培育绿色低碳的生活方式,增强全社会守护生态环境的内生动力,才能为实现人与自然和谐共生的现代化提供坚实支撑。

3. 研究局限

本研究存在一定的局限性,本文虽然发现极端天气事件引起气候关注并促使企业进行绿色创新,但并未全面系统地探讨和检验气候变化给企业带来的影响。因此,未来的研究应探讨企业暴露的物理气候风险和转型气候风险时,对企业劳动力成本、融资成本、营业收入与股价等的影响。对气候变化微观影响的探讨,将有助于资本市场对冲气候风险、稳定金融市场和制定气候政策。此外,企业是否开始应对气候变化以及应对气候变化的策略也是值得探讨的方向,企业的应对策略不仅有绿色创新活动,还可能会改变资本结构、多元化经营等。

参考文献

- [1] Noy, I. The Macroeconomic Consequences of Disasters[J]. *Journal of Development Economics*, 2009, 88, (2): 221–231.
- [2] Boustan, L. P., M. E. Kahn, P. W. Rhode, and M. L. Yanguas. The Effect of Natural Disasters on Economic Activity in US Counties: A Century of Data[J]. *Journal of Urban Economics*, 2020, 118, 103257.
- [3] 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[J]. *北京: 经济研究*, 2018, (12): 129–143.
- [4] 李青原, 肖泽华. 异质性环境规制工具与企业绿色创新激励——来自上市企业绿色专利的证据[J]. *北京: 经济研究*, 2020, (9): 192–208.
- [5] 王馨, 王营. 绿色信贷政策增进绿色创新研究[J]. *北京: 管理世界*, 2021, (6): 173–188, 11.
- [6] 田玲, 刘春林. “同伴”制度压力与企业绿色创新——环境试点政策的溢出效应[J]. *北京: 经济管理*, 2021, (6): 156–172.
- [7] 刘金科, 肖翔阳. 中国环境保护税与绿色创新: 杠杆效应还是挤出效应?[J]. *北京: 经济研究*, 2022, (1): 72–88.
- [8] 陈雯, 薛炜, 王威山. 外资管制放松能否激励企业绿色创新?[J]. *北京: 经济管理*, 2024, (7): 73–90.
- [9] Miao, Q., and D. Popp. Necessity as the Mother of Invention: Innovative Responses to Natural Disasters [J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2014, 68: 280–295.
- [10] Chen, Y. E., C. Li, C. P. Chang, and M. Zheng. Identifying the Influence of Natural Disasters on Technological Innovation [J]. *Economic Analysis and Policy*, 2021, 70: 22–36.
- [11] Zhao, X. X., M. Zheng, and Q. Fu. How Natural Disasters Affect Energy Innovation? The Perspective of Environmental Sustainability[J]. *Energy Economics*, 2022, 109, 105992.
- [12] Rao, Y., Z. Hu, and S. S. Sharma. Do Managers Hedge Disaster Risk? Extreme Earthquake Shock and Firm Innovations [J]. *Pacific-Basin Finance Journal*, 2021, 70, 101673.
- [13] Wang C., W. Li, J. Li, and L. Wan. The Effects of Extreme Climate Events on Green Technology Innovation in Manufacturing Enterprises[J]. *Journal of Business Economics and Management*, 2024, 25, (2): 337–355.
- [14] Hou X., S. Kong, and R. Xiang. Extreme High Temperatures and Corporate Low-Carbon Actions [J]. *Science of The Total Environment*, 2024, 925, 171704.
- [15] Choi, D., Z. Gao, and W. Jiang. Attention to Global Warming[J]. *The Review of Financial Studies*, 2020, 33, (3): 1112–1145.
- [16] Huynh, T. D., Y. Xia. Panic Selling When Disaster Strikes: Evidence in the Bond and Stock Markets [J]. *Management Science*, 2023, 69, (12): 7448–7467.
- [17] 卢建词, 姜广省. CEO绿色经历能否促进企业绿色创新?[J]. *北京: 经济管理*, 2022, (2): 106–121.
- [18] 辛雅儒, 申晨, 冯锐, 马永喜. 机器人应用、CEO绿色经历与企业绿色技术创新[J]. *北京: 经济管理*, 2024, (7): 129–145.
- [19] 师博, 常青. 企业数字化转型赋能绿色创新的效果与机制研究[J]. *北京: 经济管理*, 2024, (11): 67–88.
- [20] Hong, H., G. A. Karolyi, and J. A. Scheinkman. Climate Finance [J]. *The Review of Financial Studies*, 2020, 33, (3): 1011–1023.
- [21] Chen, Y. S., S. B. Lai, and C. T. Wen. The Influence of Green Innovation Performance on Corporate Advantage in Taiwan [J]. *Journal of Business Ethics*, 2006, 67, (4): 331–339.
- [22] Schiederig, T., F. Tietze, and C. Herstatt. Green Innovation in Technology and Innovation Management—An Exploratory Literature Review [J]. *R&D Management*, 2012, 42, (2): 180–192.
- [23] Shrivastava, P. Environmental Technologies and Competitive Advantage [J]. *Strategic Management Journal*, 1995, 16, (S1): 183–200.
- [24] Calel, R., and A. Dechezleprêtre. Environmental Policy and Directed Technological Change: Evidence from the European Carbon Market [J]. *Review of Economics and Statistics*, 2016, 98, (1): 173–191.

- [25] Carrión-Flores, C. E., and R. Innes. Environmental Innovation and Environmental Performance [J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2010, 59, (1): 27–42.
- [26] Klassen, R. D., and C. P. McLaughlin. The Impact of Environmental Management on Firm Performance [J]. *Management Science*, 1996, 42, (8): 1199–1214.
- [27] Olsen, M. C., R. J. Slotegraaf, and S. R. Chandukala. Green Claims and Message Frames: How Green New Products Change Brand Attitude [J]. *Journal of Marketing*, 2014, 78, (5): 119–137.
- [28] Bansal, P., and K. Roth. Why Companies Go Green: A Model of Ecological Responsiveness [J]. *Academy of Management Journal*, 2000, 43, (4): 717–736.
- [29] Horbach, J. Determinants of Environmental Innovation—New Evidence from German Panel Data Sources [J]. *Research Policy*, 2008, 37, (1): 163–173.
- [30] 曹洪军, 陈泽文. 内外环境对企业绿色创新战略的驱动效应——高管环保意识的调节作用 [J]. *天津: 南开管理评论*, 2017, (6): 95–103.
- [31] Emanuel, K. A. The Dependence of Hurricane Intensity on Climate [J]. *Nature*, 1987, 326, (6112): 483–485.
- [32] Knutson, T. R., R. E. Tuleya, and Y. Kurihara. Simulated Increase of Hurricane Intensities in a CO₂-warmed Climate [J]. *Science*, 1998, 279, (5353): 1018–1021.
- [33] Webster, P. J., G. J. Holland, J. A. Curry, and H. R. Chang. Changes in Tropical Cyclone Number, Duration, and Intensity in a Warming Environment [J]. *Science*, 2005, 309, (5742): 1844–1846.
- [34] Sobel, A. H., S. J. Camargo, T. M. Hall, C. Y. Lee, M. K. Tippett, and A. A. Wing. Human Influence on Tropical Cyclone Intensity [J]. *Science*, 2016, 353, (6296): 242–246.
- [35] Wu, L., H. Zhao, C. Wang, J. Cao, and J. Liang. Understanding of the Effect of Climate Change on Tropical Cyclone Intensity: A Review [J]. *Advances in Atmospheric Sciences*, 2022, 39, (2): 205–221.
- [36] Bordalo, P., N. Gennaioli, and A. Shleifer. Salience Theory of Choice under Risk [J]. *Quarterly Journal of Economics*, 2012, 127: 1243–1285.
- [37] Taylor, S. E., and S. C. Thompson. Stalking the Elusive Vividness Effect [J]. *Psychological Review*, 1982, 89, (2): 155.
- [38] 李欣, 杨朝远, 曹建华. 网络舆论有助于缓解雾霾污染吗? ——兼论雾霾污染的空间溢出效应 [J]. *北京: 经济学动态*, 2017, (6): 45–57.
- [39] 蔡真, 万兆. 公众参与与政府响应视角下的环境治理机制及效果 [J]. *北京: 经济学动态*, 2024, (5): 72–88.
- [40] Ardia, D., K. Bluteau, K. Boudt, and K. Inghelbrecht. Climate Change Concerns and the Performance of Green vs. Brown Stocks [J]. *Management Science*, 2023, 69, (12): 7607–7632.
- [41] Dessaint, O., and A. Matray. Do Managers Overreact to Salient Risks? Evidence from Hurricane Strikes [J]. *Journal of Financial Economics*, 2017, 126, (1): 97–121.
- [42] Bourveau, T., and K. K. Law. Do Disruptive Life Events Affect How Analysts Assess Risk? Evidence from Deadly Hurricanes [J]. *The Accounting Review*, 2021, 96, (3): 121–140.
- [43] Ying, M., W. Zhang, H. Yu, X. Lu, J. Feng, Y. Fan, Y. Zhu, and D. Chen. An Overview of the China Meteorological Administration Tropical Cyclone Database [J]. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 2014, 31, (2): 287–301.
- [44] Lu, X. Q., H. Yu, M. Ying, B. K. Zhao, S. Zhang, L. M. Lin, L. N. Bai, and R. J. Wan. Western North Pacific Tropical Cyclone Database Created by the China Meteorological Administration [J]. *Advances in Atmospheric Sciences*, 2021, 38, (4): 690–699.
- [45] Amore, M. D., and M. Bennis. Corporate Governance and Green Innovation [J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2016, 75: 54–72.
- [46] Berrone, P., A. Fosfuri, L. Gelabert, and L. R. Gomez-Mejia. Necessity as the Mother of ‘Green’ Inventions: Institutional Pressures and Environmental Innovations [J]. *Strategic Management Journal*, 2013, 34, (8): 891–909.
- [47] He, J. J., and X. Tian. The Dark Side of Analyst Coverage: The Case of Innovation [J]. *Journal of Financial Economics*, 2013, 109, (3): 856–878.
- [48] 焦豪, 崔瑜, 张亚敏. 数字基础设施建设与城市高技能创业人才吸引 [J]. *北京: 经济研究*, 2023, (12): 150–166.
- [49] Alok, S., N. Kumar, and R. Wermers. Do Fund Managers Misestimate Climatic Disaster Risk [J]. *The Review of Financial Studies*, 2020, 33, (3): 1146–1183.
- [50] 黎文靖, 郑曼妮. 实质性创新还是策略性创新? ——宏观产业政策对微观企业创新的影响 [J]. *北京: 经济研究*, 2016, (4): 60–73.

Extreme Weather Events, Climate Concerns and Corporate Green Innovation

WANG Yu-tao¹, LI Jie¹, YE Kang-tao²

(1.Business School, Renmin University of China, Beijing, 100872, China;

2.Beijing National Accounting Institute, Beijing, 101312, China)

Abstract: Extreme weather has become more frequent and intensive due to climate change, which stems from increased human carbon emissions after the Industrial Revolution. Previous research reveals that when individuals personally experience an extreme weather event, they may highly concern about climate change and hence develop more positive attitudes toward low-carbon transformation. However, the role of climate change concerns and informal institutions on low-carbon transformation is still under-researched, as prior literature pays more attention to the impact of external constraints or formal institutions on promoting low-carbon transformation. Therefore, this paper uses typhoons as exogenous shocks to examine the impact of extreme weather events on corporate green innovation activities.

Using Chinese-listed firm data from 2004 to 2020, and taking the typhoon-affected neighbor-disaster area as the research object, we find that extreme weather events increase corporate green innovation activities. Mechanism tests find that typhoons cause management to pay more attention to climate change and hence to disclose more information about carbon emission, while external stakeholders conduct more frequent site visits on firms, and firms web search indexes rise significantly. The cross-sectional analysis finds that typhoons have a greater impact on green innovation activities when firm management and external stakeholders are more concerned about climate change; the impact of typhoons on green innovation is more pronounced in those firms that experience more typhoons and at a higher intensity. Finally, the quality of typhoon-driven firms' green innovation is also promoting significantly after typhoons. Additionally, green innovation after typhoons effectively improves firms' ESG performance and reduces future business risks. Overall, the results above imply that after the typhoon, the public becomes concerned about climate change and increases their incentive to participate in ecological governance.

This paper has the following research contributions: First, it enriches the related literature on the influencing factors of green innovation. From the perspective of the social public's concern about climate change, we explore the impact of extreme weather on firms' green innovation. Second, this paper provides empirical evidence of the positive effect of extreme weather events. Existing studies have focused less on the positive adaptation strategies of firms in response to disasters, and this study fills the gaps and provides evidence that corporates effectively respond to climate change through more green innovation activities. Third, this paper has strong policy implications. This study implies that the public does gradually realize the importance of reducing carbon emissions and that climate concerns can drive the generation of more green innovations.

Based on the findings of this paper, we put forward the following recommendations. First, for the management of companies, disasters are not only a challenge for companies, but also an opportunity to gain a competitive advantage. Climate change poses risks, but it is also a source of great opportunities. After the disaster, society's attitude towards climate and environmental issues has profoundly changed, which increases the potential benefits of enterprises' green innovations. By actively engaging in green innovation, companies are not only taking on social responsibility, but also responding effectively to climate and environmental risks, and taking the opportunity to develop a unique competitive advantage. Second, this paper also provides important policy insights for the government. The endogenous motivation of public participation is the key to promoting the construction of ecological civilization and green low-carbon transformation of the whole society. The government needs attach great importance to enhancing the public's willingness to participate in ecological governance and further strengthening the public's power of supervision.

Key Words: extreme weather events; climate concerns; typhoon; green innovation

JEL Classification: D83, O31, Q54

DOI: 10.19616/j.cnki.bmj.2025.05.004

(责任编辑:李先军)