

引用格式: 徐妍, 宋怡瑾, 沈悦. 地缘政治风险对世界各国低碳转型的影响[J]. 资源科学, 2023, 45(7): 1297-1309. [Xu Y, Song Y J, Shen Y. Impact of geopolitical risks on low-carbon transition in various countries[J]. Resources Science, 2023, 45(7): 1297-1309.] DOI: 10.18402/resci.2023.07.02

地缘政治风险对世界各国低碳转型的影响

徐妍¹, 宋怡瑾¹, 沈悦²

(1. 长安大学经济与管理学院, 西安 710064; 2. 西安交通大学经济与金融学院, 西安 710061)

摘要:【目的】低碳转型是国际共识, 加快低碳建设是世界各国工作重点, 探究地缘政治风险这一重大致险因素对于各国低碳转型进程的影响十分必要。【方法】本文在系统阐述地缘政治风险影响各国低碳转型进程的基础上, 基于2010—2020年国家面板数据和地缘政治风险指数, 并利用调节效应模型, 实证检验地缘政治风险对国家低碳转型的影响和调节作用。【结果】①地缘政治风险会显著减缓各国低碳转型进程, 且这一结果在对样本进行截尾处理、替换解释变量和被解释变量及安慰剂检验后依旧成立; ②融资约束和贸易壁垒的负向调节作用显著, 加剧了地缘政治风险对于各国低碳转型的抑制作用, 绿色技术研发能力则正向调节了地缘政治风险和国家低碳转型之间的关系; ③优化产业结构和提升本国可再生能源生产能力是缓解地缘政治风险升温对国家低碳转型进程不利影响的重要途径; ④在地缘政治行动水平高和地缘政治威胁程度高的地区, 地缘政治风险对各国低碳转型进程的抑制作用更加显著; 同时, 相较于发达国家, 发展中国家受到的不利影响更为明显。【结论】各国应注重地缘政治风险在国家低碳转型过程中的不利影响, 积极优化产业结构并提高可再生能源生产能力, 对冲地缘政治风险的负面影响, 加快低碳转型进程。

关键词: 地缘政治风险; 低碳转型; 贸易壁垒; 融资约束; 产业结构优化

DOI: 10.18402/resci.2023.07.02

1 引言

众所周知, 低碳转型涉及到全人类的共同福祉。然而, 2022年2月, 俄乌爆发军事冲突, 欧美国家对俄罗斯实施全面制裁, 国际政治秩序、经济关系及规则体系受到严重冲击。俄乌冲突作为重大地缘政治事件, 所引发的地缘政治风险不仅加剧了全球经济震荡, 极大地危害了全球粮食、能源和供应链安全, 而且使各国低碳转型事业发展受阻。作为冲突一方的俄罗斯, 其经济发展本就高度依赖传统化石能源出口, 以美国为首的集团国的制裁政策使其金融、科技、贸易等多个方面受损严重, 经济萎缩和经济流动放缓使俄罗斯更加依赖自身传统化石能源禀赋。作为事件参与者的欧洲各国的低碳转型也受到了极大影响。一直以来, 欧洲各国从传

统化石能源向清洁能源的转型, 很大程度上依赖于从俄罗斯低价进口天然气。而俄乌冲突的爆发增加了天然气贸易的不稳定性, 飙升的天然气价格迫使欧洲承受严峻的压力, 对其原先依赖天然气进口的低碳转型战略造成威胁。欧洲各国纷纷调整了低碳转型的战略部署: 能源转型先锋国德国率先“退步”, 拟修改环保政策法律草案, 取消“在2035年之前能源行业实现碳中和”的气候目标, 并将燃煤和燃油发电机组重新投入市场, 破坏了低碳转型的成果; 法国能源密集型企业也将一部分燃气锅炉改造成燃油锅炉, 缓解俄乌冲突所带来的天然气价格飙升, 并放弃零碳燃料的长期目标, 以应对眼前经济成本持续走高的短期现状; 其他欧洲国家的低碳转型事业也遭遇搁浅。随着地缘政治风险的持续

收稿日期: 2023-02-27 修订日期: 2023-06-13

基金项目: 国家自然科学基金项目(71903016); 中央高校优秀青年学者项目(300102230621); 陕西省社科项目(2022D008); 陕西省软科学一般项目(2023-CX-RKX-121)。

作者简介: 徐妍, 女, 陕西西安人, 副教授, 研究方向为绿色经济发展、数字经济。E-mail: xuxiaoyan0125@126.com

发酵,美国和日本的低碳转型也不同程度地受到了影响。可见,地缘政治风险会给各国低碳转型带来很大的风险和不确定性,不仅可能影响低碳转型战略部署、阻碍低碳转型前进步伐,甚至还可能破坏已有的低碳转型成果。因此,深刻认识并有效防范地缘政治风险对全球低碳转型带来的不利影响,具有重大的现实意义和研究价值。

不同于其他种类的风险,地缘政治风险具有复杂多变、形式多样、波及范围广、隐性危险大以及影响深远等特征^[1]。与其他“政治风险”相比,地缘政治风险则进一步强调地理因素以及地理因素与国际政治间的互动关系^[2,3]。地理上不可更改的邻近关系、经济和政治上日趋复杂的关联,使世界各国都无法逃避地缘政治风险的影响^[4]。如今,随着国际不稳定事件频发,地缘政治风险带来的全球性影响已超过环境风险,成为排名首位的致险因素^①。

目前对于地缘政治风险的实证研究主要聚焦于其对资本市场^[5,6]、国际贸易^[7-9]、政治及能源安全^[10,11]等方面的影响,只有少量文献关注地缘政治风险对国家低碳转型的潜在影响,且研究结论莫衷一是,研究范围也有较大局限性。从研究结论上看,目前有关地缘政治风险与环境关系的结论主要分为两类,一类是地缘政治风险会对国家低碳转型产生阻碍或不利影响^[12-14];另一类是地缘政治风险反而降低了部分国家的能源消耗和碳排放^[15-17]。从研究范围来看,已有研究探究了印度国内^[12]、金砖国家^[18]、E7国家(巴西、中国、印度尼西亚、印度、墨西哥、土耳其和俄罗斯)^[19]、部分发达国家(美国、德国、日本)和发展中国家(沙特阿拉伯、中国、俄罗斯、印度和印度尼西亚)^[13]地缘政治风险与碳排放或环境发展之间的关系。

综上,地缘政治风险与低碳转型的关系尚存争议,研究的样本范围也有待扩展。在中国积极建立应对气候变化的全球伙伴关系、努力实现“双碳”目标的关键时期,地缘政治风险作为一项不确定性冲击,会如何影响世界各国的低碳转型进程?影响机制是什么?又该如何应对?为了回答以上问题,本文采用Caldara等^[20]所构建的地缘政治风险指数,利用2010—2020年39个国家的面板数据实证检验地

缘政治风险和国家低碳转型之间的关系,并通过调节效应和异质性检验分析地缘政治风险影响国家低碳转型的机制与差异。本文为地缘政治风险阻碍世界各国低碳转型进程提供了新的可信证据,揭示了融资约束、贸易壁垒及绿色技术研发能力的调节效应,并从优化产业结构和提升本国可再生能源生产能力两个方面提出了地缘政治风险阻碍国家低碳转型问题的应对路径。

2 假说提出

2.1 地缘政治风险对国家低碳转型的影响

与地缘政治事件不同,地缘政治风险更加关注地缘政治事件发生过程中存在的不确定性因素,以及由此产生的后果。目前,对于地缘政治风险的准确定义还没有定论,《全球风险报告》在2015年将地缘政治风险定义为一种系统性、跨地域和跨行业的全球性风险,并在2022年进一步丰富了概念的内涵。Balcilar等^[21]则将地缘政治风险定义为对人类福祉具有潜在破坏性的政治经济变动趋势;Caldara等^[20]认为地缘政治风险是与战争、恐怖主义以及影响国际关系正常进程的国家间紧张关系的风险。刘文革等^[8]将地缘政治风险定义为国家或地区因军事冲突、政治动荡、社会动乱、恐怖主义袭击等突发性事件,或者因为政府治理效率低下、腐败等非突发性政治属性问题而产生的对政治、经济、社会等带来不可估量的损失的风险。因此,地缘政治风险往往被视为不利影响或高企的隐性成本^[22]。根据相关文献与最新研究结论,地缘政治风险可以被理解为不利事件引发威胁、危机发生和升级所带来的风险,其中不利事件包括战争、恐怖主义,影响国际关系、影响国家和平进程和引发其他紧张关系的事件^[20]。

低碳发展不仅是人类对于气候变化的共同自救,也是当今世界各国利益的最大交汇点,已经成为世界各国的共同目标。但低碳转型事业的成功并非一蹴而就。首先,低碳转型周期长,需要各国长期持续努力,政策或行动上的间断性会造成低碳发展的“倒车”;其次,低碳转型需要大量资金和技术的投入,传统能源的清洁和可再生能源的开采都对资金技术提出较高要求^[23];再次,低碳转型需要承

① 数据源于 geopolitics-geneva.ch。

2023年7月

担不确定性风险,面对能源安全和可再生能源功能不稳定的双重挑战;最后,低碳转型需要各国合力共进,做到承诺和具体减碳行动吻合,才能有效推动全球低碳发展。

地缘政治风险的加剧为国家低碳转型带来了诸多不利。一方面,地缘政治风险持续时间长,会在长期内影响能源供应和全球能源价格,持续扰动要素市场和终端消费市场,导致预期不稳、需求萎缩,甚至实体经济增长放缓。这种情况下,经济发展和民生方面的隐忧会冲淡国家对低碳转型事业的行动关注度,影响国家低碳转型长期战略的落实,阻碍国家低碳事业前进^[24]。另一方面,地缘政治风险升温会使各国加大国防投入和军备开支,以应对风险升级,这会直接导致可再生能源技术研发支出等绿色低碳转型投入减少^[25]。此外,地缘政治风险的抬升会削弱国际合作信心,带来治理难题与信任危机,不利于国家低碳承诺的履行与国家间的低碳合作,减缓国家低碳转型进程。

综上,本文提出假说H1:地缘政治风险会阻碍

国家低碳转型的发展。

2.2 地缘政治风险影响国家低碳转型的机制

2.2.1 融资约束的调节效应

为有效应对气候变化挑战,控制碳排放,落实各国主体责任,联合国主办的气候变化大会相继出台《联合国气候变化框架公约》《京都议定书》和《巴黎协定》3个里程碑式的国际法律文本,其具体内容梳理如图1所示。根据3次协定的核心内容可知,协定多次提到经济发展、财力支持对推动国家低碳转型事业的重要性,承认经济发展阶段、经济实力是影响国家低碳转型的重要因素之一,并积极倡导国家间的资金互助,以缓解资金约束对国家低碳转型进程减慢的影响。由此可见,国家资金支持是国际组织在推进低碳转型事业过程中关注的重点。

从现实角度来看,节能减排工作的推进需要坚实的基础设施建设及能源领域的大规模投资。根据国际可再生能源机构(IRENA)^②的相关披露,为实现《巴黎协定》中全球升温低于2℃的目标,需进一步提高可再生能源领域的年平均投资额,从现有

协议名称 通过时间 生效时间	《联合国气候变化框架公约》 1992年6月 1994年3月	《京都议定书》 1997年12月 2005年2月	《巴黎协定》 2016年4月 2016年11月
核心内容	(1)确立应对气候变化的最终目标。 (2)确立基本原则,包括“共同但有区别”原则、公平原则、各自能力原则、可持续发展原则等。 (3)指出发达国家应承担率先减排和提供资金技术支持的义务。 (4)承认发展中国家有有限发展经济的需要。	(1)规定全球主要工业国家的工业碳排放比1990低5.2%。 (2)允许发达国家之间进行“碳排放权交易”;采用绿色开发机制,敦促发达国家和发展中国家共同减排;采用集团式衡量减排成效,即将欧盟多国视为整体测定其减排任务的达成与否。 (3)设立国际排放贸易、联合履约和清洁发展三种灵活机制。	(1)提出共同目标,敦促全球各方把全球平均气温较工业化前水平升高控制在2℃之内。 (2)将世界所有国家都纳入了呵护地球生态、确保人类发展的命运共同体当中。 (3)推动各方以自主贡献方式参与全球应对气候变化行动,向绿色可持续发展方式转型。 (4)促进发达国家继续带头减排并加强对发展中国家提供财力支持,帮助后者减缓和适应气候变化。 (5)加强国际合作,通过融资、技术转让等方式,促进各方共同履行减排责任。
目标	减少温室气体排放,减缓气候变化,减少人为活动对气候系统的危害。	减少温室气体的排放量,抑制全球变暖;促进多方合作共同应对气候变化。	将21世纪全球平均气温上升幅度控制在2℃内,并将全球气温上升控制在工业化前水平之上1.5℃内。
影响	是应对气候变化的第一份国际协议,首次提出“共同但有区别的责任”原则,为后续国际气候合作打下坚实基础。	人类历史上第一次以法律形式限制温室气体排放;是敦促国际社会合作起来、共同对抗全球变暖的艰难一步。	是继《联合国气候变化框架公约》《京都议定书》后,人类历史上应对气候变化的第三个里程碑式的国际法律文本,形成2020年后的全球气候治理格局;建立从2023年开始每5年对各国行动效果进行定期评估的约束机制。

图1 全球碳排放重要协议梳理

Figure 1 Outline of important global carbon emission agreements

② 网址为 www.irena.org。

的3000亿美元增加至8000亿美元。而欧盟、美国、英国等国家的低碳战略也对资金提出较高要求^③,投资缺口大、资金不足、融资约束已经成为许多国家低碳转型过程中的主要阻碍^[26]。

一方面,低碳转型事业依赖低碳和绿色技术创新^[27],而研发活动和技术创新具有投入大、周期长以及不确定性高等特点^[28],需要国家资金的长期支持;另一方面,诸如水泥、钢铁、电力等传统重资产、高排放行业的改造升级也需要承担巨大的沉没成本和重置成本。地缘政治风险提高后,国际合作信心减弱,国际资本流动受限,国家融资难度加大。面临较高融资约束的国家在承担低碳创新风险、高昂沉没成本及高额投资方面压力更大,这将影响本国新型能源建设与相关低碳研发工作的开展,阻碍国家低碳转型。

综上,本文提出假说H2:融资约束会强化地缘政治风险对国家低碳转型的不利影响。

2.2.2 贸易壁垒的调节效应

高质量的贸易往来是推进低碳转型的重要手段。一方面,国家低碳转型进展与本国经济发展水平密切相关,而对许多国家而言,出口贸易是推动其经济增长的主要驱动力之一^[29];另一方面,尽管清洁能源技术和碳中和相关技术是国际竞争的重要方面,但仍有大量技术通过贸易渠道实现技术交流或技术引进,推动技术落后国家的绿色低碳转型进程。

随着地缘政治风险加剧,部分国家出于保护本土产业、维持本国经济稳定、增加外交谈判筹码、对外经济制裁措施或反制裁等方面的考虑,会设置或提高贸易壁垒。对出口国而言,这些贸易壁垒会提高出口成本,降低出口产品的市场竞争力,导致本国外需萎缩和产业链转移,进而加大经济增速放缓和社会民生问题的潜在风险,加剧其低碳转型过程中的资金压力和社会压力;此外,高贸易壁垒也限制了国家低碳技术进步,提高了低碳技术的获取成本,增加了低碳工艺引进难度,由此减慢了国家低碳转型的步伐。

综上,本文提出假说H3:贸易壁垒会加剧地缘政治风险对国家低碳转型的不利影响。

2.2.3 绿色技术研发能力的调节效应

全球碳排放协议还多次提到技术方面的支持和转让,碳捕获与封存技术(CCUS)和碳移除技术也被美国、欧盟、英国及中国等多个国家列为重点开发项目,是各国实现低碳发展目标的重要工具。但是,先进的低碳技术、工艺及生产标准往往由发达国家掌握,技术薄弱的发展中国家缺乏低碳技术层面的“话语权”。相较于研发能力强、已经拥有较高绿色技术水准的国家,绿色研发能力较弱的国家在低碳转型过程所面临的压力更大。

地缘政治风险的抬升导致高技术国家组成的“俱乐部”更加排外,进一步削弱绿色研发能力匮乏国家在低碳技术争夺中的竞争力,减慢国家低碳转型步伐。地缘政治风险冲击下,绿色技术研发能力较强的国家可以依托原有技术基础和自主研发能力,稳步推动本国低碳转型进程;对于还未掌握重点绿色技术的国家而言,地缘政治风险提升了其进行技术合作的“门槛”,增加了其获取技术的难度,提高了其自主研发的成本和风险,严重阻碍其低碳转型的进程。

综上,本文提出假说H4:绿色技术研发能力会缓解地缘政治风险对国家低碳转型的负面作用。

2.3 地缘政治风险下各国低碳转型路径

2.3.1 优化产业结构的路径

产业是国家经济发展的载体,其结构特征对国家能源消耗和碳排放水平有重大影响。首先,产业结构高级化是区域减排和实现绿色转型的重要手段^[30],劳动、能源、技术等要素组织形式的更替,能够起到减排降碳的效果^[31];其次,产业结构优化可以促进资源有效配置,实现生产要素高效率流动^[32],推动产业规模经济、降低成本,进而提升企业减排降碳潜力^[33];最后,产业结构与产业技术进步紧密相连,其合理化与高级化发展有助于激发绿色技术迭代、扩大绿色产品研发,从而有效推动国家低碳转型^[34]。

③ 欧盟《绿色技术》拟在10年中筹集1万亿欧元进行绿色项目投资,美国计划将3000亿~6000亿美元投入能源转型领域,英国政府测定零碳目标的实现需要以500亿英镑/年进行投资。

2023年7月

在应对地缘政治风险的过程中,良好的产业结构布局可以保障国家产业链供应链安全稳定^[35],避免战略资源、基础工业原料、核心零部件和元器件供应受阻导致的经济停摆;同时,良好的产业结构有助于提高经济增长韧性,推动经济长期向好发展^[36],从而促进产业创新,强化区域低碳转型。在受到地缘政治风险冲击时,产业布局良好的国家可以调整生产组织模式,实现国民经济增长和低碳转型的平衡;而产业结构有待进一步升级的国家则可以通过加快推动产业升级来优化产业结构,降低高能耗高排放工业产业比重,对冲地缘政治风险在贸易、金融等方面对低碳发展带来的不利影响,缓解国家低碳转型压力。

综上,本文提出H5:产业结构优化是减轻地缘政治风险对国家低碳转型负面作用的路径之一。

2.3.2 提高可再生能源生产能力的路径

碳排放量与能源消费结构息息相关,因此,各国对化石能源的依赖程度是影响低碳转型进程的关键因素,2020年,石油、天然气、煤炭三者消耗占比达到全球一次能源消耗总量的83%左右,这就不可避免地带来大量碳排放。随着低碳转型、“碳中和”等议题得到国际社会各方重视后,全球能源战略和供需格局已进入深度调整变革期,突破可再生能源供应技术,实现可再生能源稳定供应,提高其在国家能源结构中的占比是各国实现低碳转型的重要手段之一^[37];构建以清洁能源为主体的清洁低碳、安全高效能源体系,已成为全世界的共识和新一轮能源革命不可逆转的必然趋势。

地缘政治风险的升温会对能源供应链的稳定

性造成威胁,一些国家被迫退回使用煤炭等高排放的化石能源的阶段,破坏来之不易的减碳成果,并阻滞低碳转型进程。可再生能源生产能力较强的国家可以有效应对能源依赖问题,凭借相对成熟的技术手段与地理资源禀赋,加大可再生能源供应比例,快速调整国家能源消费结构,显著降低碳排放;而可再生能源占比较低、对化石能源依赖程度较高的地区也会在地缘政治危机中意识到能源安全及本国可再生能源生产能力的重要性,被迫加大可再生能源技术研发投入,倒逼国家低碳转型进程的加速(图2)。

综上,本文提出假说H6:提升可再生能源生产能力是缓解地缘政治风险对国家低碳转型的不利影响的路径之一。

3 研究方法与数据来源

3.1 计量模型构建

为了验证上述假说,本文构建以下回归方程:

$$LCT_{it} = \beta_0 + \theta_1 GPR_{it} + \lambda_1 X_{it} + \varphi_i + \mu_t + \varepsilon_{it}$$

式中:被解释变量 LCT_{it} 为国家 i 在 t 月的低碳转型成效;核心解释变量 GPR_{it} 为国家 i 在 t 月所测度出的地缘政治风险数据; X_{it} 为一系列控制变量,标准误聚类到国家×年份层面; β_0 为截距项; θ_1 为本文重点关注的系数,表示地缘政治风险对国家低碳转型的影响; φ_i 为国家固定效应; μ_t 为月份固定效应; ε_{it} 为影响国家低碳转型成效的随机扰动项。

3.2 变量设计

3.2.1 被解释变量

低碳转型(LCT)(表1)。本文选取各国单位

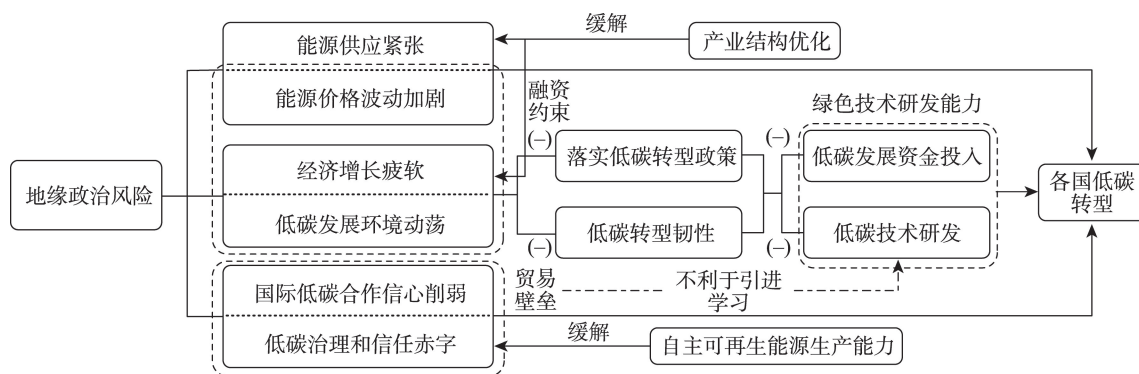


图2 地缘政治风险与各国低碳转型的影响与路径分析

Figure 2 The impact and pathway of geopolitical risk and low-carbon transition in various countries

表1 变量定义

Table 1 Variable definitions

变量类型	变量名称	变量符号	计算方式
被解释变量	低碳转型	<i>LCT</i>	单位GDP的二氧化碳排放量,倒数化处理
解释变量	地缘政治风险	<i>GPR</i>	根据Caldara等 ^[20] 计算出月度数据,并进行对数化处理
调节变量	融资约束	<i>FC</i>	国家支出/GDP-国家收入/GDP
	贸易壁垒	<i>TB</i>	经济自由指数,负数化处理
	绿色技术研发能力	<i>GRD</i>	各国当年申请的环境技术专利/当年申请的全部专利
	产业结构优化	<i>Indstructure</i>	工业产业增加值/GDP
控制变量	可再生能源生产能力	<i>Renewable</i>	各国可再生能源发电量,对数化处理
	人均国内生产总值	<i>PGDP</i>	年末国内生产总值/当年总人口/(万美元/人),对数化处理
	城镇人口占比	<i>UPOP</i>	城镇人口数量/总人口
	人口总数	<i>POP</i>	年末总人口数/百万人,对数化处理
	对外开放水平	<i>FDI</i>	外商直接投资额/十亿美元
	人均能源使用量	<i>EC</i>	能源消费总量/总人口/(t石油/人),对数化处理

GDP的二氧化碳排放量进行测度。这一指标体现了二氧化碳排放的经济效率,若每单位国内生产总值所带来的二氧化碳排放量下降,则证明该国二氧化碳排放的经济效率在逐渐提升,其减排是有成效的^[38,39]。为有效表征低碳转型,本文将原始数据倒数化处理,即该值越大,国家低碳转型效果越好。

3.2.2 解释变量

地缘政治风险(*GPR*)。*GPR*指数由Caldara等^[20]计算11家主要国际报纸^④中与地缘政治紧张局势相关的词汇词频得出。其中,所选词汇包括事件本身,同时也包括事件升级的相关风险内容。该指标的优点在于:①定义清晰,相比其他地缘政治风险测度方法,该指标对地缘政治风险的内涵和外延有清晰明确的界定;②方法透明,该指标的设计框架、数据来源、指标构建及算法均对外公开;③覆盖广、精度高,该指标不仅提供了全球41个国家过去数十年的地缘政治风险历史年度数据,而且持续实时更新每日风险数据;④可信度高,该指标的可信度已在开发者先前的研究中得到验证,且近年来被大量研究者使用。

3.2.3 调节变量

引入如下调节变量:①融资约束程度(*FC*),本

文选择国家赤字率衡量国家融资约束程度,即计算国家支出占GDP比重与国家收入占GDP比重的差值,该值越大,则其融资约束越大。②贸易壁垒指标(*TB*),选取由《华尔街日报》和美国传统基金会发布的经济自由指数作为代理变量测度各国经济及贸易的开放程度,并对其进行负数化处理,作为负向指标,即该值越大,代表该国贸易壁垒越高。③绿色技术研发能力指标(*GRD*),考虑到绿色技术PCT专利数据的可得性,本文选取各国当年申请的环境技术专利占全国全部专利的比值来衡量其绿色技术研发能力。④产业结构优化(*Indstructure*),本文选取工业产业增加值占国内生产总值的比重对产业结构进行测度,该指标数值越小,则工业产业所占GDP比重越小,说明其产业结构越优秀。⑤可再生能源生产能力(*Renewable*),以各国可再生能源发电量测度国家可再生能源生产能力,并进行对数化处理,该值越大表明国家可再生能源生产能力越强。

3.2.4 控制变量

参照相关研究,在模型中引入以下一系列控制变量,以缓解因遗漏变量所带来的内生性问题。控制变量包括^⑤:①人均国内生产总值(*PGDP*),人均

④ 分别为《波士顿环球报》《芝加哥论坛报》《每日电讯报》《金融时报》《环球邮报》《卫报》《洛杉矶时报》《纽约时报》《泰晤士报》《华尔街日报》和《华盛顿邮报》。

⑤ 此部分数据基于Eviews软件处理,将低频数据处理为高频数据,具体操作过程留存备案。

2023年7月

GDP可以表现一国经济水平发展情况,也在一定程度上代表其国际地位,对其地缘政治地位和低碳转型能力都具有影响;②城镇人口占比(*UPOP*),城市活动通常会带来较高的碳排放,较高的城镇人口比例会加剧国家整体层面的碳排放水平;③人口总数(*POP*),人口增长会带来交通、建筑、工业等的需求,从而增加碳排放;④对外开放水平(*FDI*);⑤人均能源使用量(*EC*)(表1)。

3.3 数据说明与描述性统计分析

虽然各国开始低碳转型的时间节点不同,但在2010年底通过的《坎昆协议》重新落实低碳责任,坚持“共同但有区别的责任”原则。因此,本文以2010年为节点,选取2010—2020年41个国家^⑥的数据作为初始研究样本。为避免异常样本的干扰,本文对数据进行了如下处理:第一,剔除了主要变量严重缺失的丹麦和突尼斯两个国家样本;第二,对所有连续变量进行首尾各1%的缩尾处理。原始数据来自GPR Idex、Enerdata、OECD以及PWT^⑦。各主要变量的描述性统计如表2所示。由表2可知,地缘政治风险(*GPR*)的最大值为10.8704,最小值为0,表明不同年份、不同国家间地缘政治风险存在较大差异,地缘政治风险水平较高的国家依次为美国、英

国、俄罗斯、法国和中国;*LCT*的最大值为9.1370,最小值为3.5582,表明各国低碳转型进程呈现出快慢不均衡现象,其中低碳发展位居前列的国家分别为挪威、瑞士和芬兰。

4 结果与分析

4.1 基准回归结果分析

按照上述构建的基准模型,考察地缘政治风险对各国低碳转型成果的量化影响,估计结果如表3所示。表3的列(1)、(2)为未加入控制变量的回归结果,列(3)、(4)为加入控制变量,并依次加入国家和时间固定效应的回归结果。所有统计推断均基于国家年份交乘的聚类调整标准误。由表3结果可见,列(4)地缘政治风险(*GPR*)的系数在1%的水平上显著为负,这表明,在剔除了可能的混淆因素之后,地缘政治风险的加剧会在一定程度上抑制国家低碳转型进程,假说H1得到验证。

4.2 稳健性检验

为确保基准回归结果的稳健性,本文采用样本数据筛选、替换核心解释变量和被解释变量及安慰检验的方法,排除可能存在的干扰。具体地,①根据变量地缘政治风险(*GPR*)对研究样本分别截尾1%和5%后重新进行回归;②替换解释变量,将原有

表2 描述性统计

Table 2 Descriptive statistics of variables

变量	最小值	中位数	最大值	标准差
<i>LCT</i>	3.5582	5.6815	9.1370	1.2858
<i>GPR</i>	0.0000	7.4961	10.8704	1.6916
<i>FC</i>	-34.1670	0.1309	31.8352	4.7936
<i>TB</i>	-83.1000	-67.0500	-25.2000	10.2626
<i>GRD</i>	0.0000	4.8978	10.7969	2.7354
<i>Indstructure</i>	3.8437	15.6202	39.1255	7.4974
<i>Renewable</i>	-10.8198	-2.0148	2.1327	2.0686
<i>PGDP</i>	0.0000	9.5703	11.3571	1.8450
<i>UPOP</i>	32.3840	79.1330	97.9190	14.8123
<i>POP</i>	1.6375	3.8426	7.2491	1.2880
<i>FDI</i>	-1.5000	0.1400	3.3000	0.7090
<i>EC</i>	2.6672	4.7501	5.9802	0.7615

⑥ 41个国家分别为阿根廷、澳大利亚、比利时、巴西、加拿大、瑞士、智利、中国、哥伦比亚、德国、埃及、西班牙、芬兰、法国、英国、匈牙利、丹麦、印度尼西亚、印度、以色列、意大利、日本、韩国、墨西哥、马来西亚、荷兰、挪威、秘鲁、菲律宾、波兰、葡萄牙、俄罗斯、沙特阿拉伯、瑞典、泰国、土耳其、乌克兰、突尼斯、美国、委内瑞拉、南非。因数据缺失,中国样本中不包括港澳台地区。

⑦ 网址分别为 www.matteoiacoviello.com/gpr.htm; www.enerdata.net/search/; <https://data.oecd.org/>; www.ggdnc.net/pwt。

表3 基准回归

Table 3 Benchmark regression

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>GPR</i>	-0.0100*** (-3.0313)	-0.0121*** (-3.5512)	-0.0076** (-2.4764)	-0.0094*** (-2.9849)
<i>PGDP</i>			-0.0011*** (-4.1957)	-0.0011*** (-2.8813)
<i>UPOP</i>			0.0068** (2.0717)	0.0016 (0.4203)
<i>POP</i>			0.1829** (2.5398)	0.1748** (2.5431)
<i>FDI</i>			0.0009 (0.1573)	0.0001 (0.0317)
<i>EC</i>			0.0037*** (5.4249)	0.0044*** (6.2330)
<i>Constant</i>	5.6565*** (226.4617)	5.6718*** (221.8972)	4.6322*** (19.4432)	4.9611*** (16.2302)
<i>Month&Country</i>	NO	YES	NO	YES
<i>Observations</i>	5148	5148	5148	5148
<i>Adj-R²</i>	0.995	0.995	0.995	0.996

注:***、**、* 分别表示在1%、5%、10%的水平上显著;括号内为*t*值;*Month*、*Country*分别表示月份固定效应和国家固定效应。下同。

地缘政治风险月度数据替换为历史地缘政治风险月度数据(*GPRH*)^⑧,即历史上与地缘政治相关的文章所占百分比重新进行回归;③替换被解释变量,选取各国人均二氧化碳排放量这一指标作为国家低碳转型成效的代理变量,并作倒数化处理;④安慰剂检验,根据地缘政治风险指数的平均值将样本分为高和低两个地缘政治风险子样本,若该国家在该年属于高地缘政治风险则命名为1,否则为0,随后,本文在样本中随机生成“伪”国家高低地缘政治风险进行回归。以上检验中,地缘政治风险(*GPR*)的估计系数至少在10%的水平下显著为负,证明基准回归检验结果稳健^⑨。

4.3 地缘政治风险对国家低碳转型的调节效应检验

4.3.1 融资约束的调节效应

将融资约束指标(*FC*)、地缘政治风险与融资约束指标的交乘项(*GPR*×*FC*)引入基准回归方程中进行回归。回归结果如表4列(1)所示,交乘项(*GPR*×*FC*)的系数为-0.0022,且通过了5%的显著性检验,

表4 机制检验

Table 4 Mechanism test

变量	(1) 融资约束	(2) 贸易壁垒	(3) 绿色技术研发能力
<i>GPR</i>	-0.0094*** (-3.0148)	-0.0091*** (-3.3191)	-0.0060*** (-2.7498)
<i>GPR</i> × <i>FC</i>	-0.0022** (-2.3600)		
<i>GPR</i> × <i>TB</i>		-0.0013*** (-3.4540)	
<i>GPR</i> × <i>GRD</i>			0.0008** (2.2125)
<i>Controls</i>	YES	YES	YES
<i>Month&Country</i>	YES	YES	YES
<i>Observations</i>	5148	5148	4668
<i>Adj-R²</i>	0.996	0.996	0.997

说明融资约束会对地缘政治风险与国家低碳转型产生负向调节作用,即融资约束的增加,会加剧地缘政治风险对于国家低碳转型进程减缓的不利冲击,进一步放慢国家低碳转型步伐,假说H2得到检验。

⑧ 历史地缘政治风险月度数据(*GPRH*)使用《纽约时报》《芝加哥论坛报》和《华尔街日报》3份报纸,时间从1900年开始。

⑨ 限于篇幅,本文稳健性检验部分的图表和具体说明,留存备索。

2023年7月

4.3.2 贸易壁垒的调节效应

为检验贸易壁垒对基准回归结果的调节作用,本文将贸易壁垒指标(TB)及其与地缘政治风险的交乘项($GPR \times TB$)引入原回归方程重新回归,回归结果如表4列(2)所示。由结果可以看出,交乘项($GPR \times TB$)的估计系数在1%的水平下显著为负,这说明,贸易壁垒会强化地缘政治风险对国家低碳转型的负面作用;贸易壁垒越高,地缘政治风险抬升对于国家低碳转型进程的减缓作用越明显,假说H3得到检验。

4.3.3 绿色技术研发能力的调节效应

表4列(3)汇报了绿色技术研发能力对基准回归结果的调节作用。由表中结果可知,交乘项($GPR \times GRD$)的回归系数在5%的水平下显著为正,表明国家绿色技术研发水平可以减轻地缘政治风险对国家低碳转型的不利影响,绿色技术研发水平较高的国家仍有可能在地缘政治风险升温的背景下持续推动低碳转型进程,假说H4得到检验。

4.4 地缘政治风险下国家低碳转型路径分析

4.4.1 优化产业结构的路径

由表5列(1)可知,交乘项($GPR \times Indstructure$)的系数在1%水平下显著为负,说明产业结构优化可以减轻地缘政治风险对低碳转型的负向作用,即产业结构越合理,地缘政治风险对国家低碳转型的冲击越小。因此,在地缘政治风险加剧的情形下,各国可以通过优化产业结构这一路径实现低碳转型进程稳步推进,假说H5得到检验。

4.4.2 提高可再生能源生产能力的路径

根据前文的理论分析,国家可再生能源生产能力会对地缘政治风险与国家低碳转型有一定调节

表5 低碳转型路径分析

变量	(1) 工业产业结构 LCT	(2) 可再生能源产能 LCT
GPR	-0.0042** (-1.9784)	-0.0061*** (-2.6770)
$GPR \times Indstructure$	-0.0017*** (-2.9399)	
$GPR \times Renewable$		0.0042* (1.8187)
$Controls$	YES	YES
$Month \& Country$	YES	YES
$Observations$	5148	5148
$Adj-R^2$	0.996	0.996

作用。参数估计结果汇报在表5列(2)中。结果显示,其交乘项($GPR \times Renewable$)系数为0.0042,在1%的统计水平上显著,验证了可再生能源生产能力对地缘政治风险影响国家低碳转型存在显著的正向调节作用,表明国家可以通过提升可再生能源生产能力来抵御地缘政治风险对低碳转型进程的不利影响,本文假说H6得到检验。

4.5 地缘政治风险与国家低碳转型的异质性分析

4.5.1 地缘政治风险来源的异质性

按照GPR的指标设计,地缘政治风险由地缘政治行动和地缘政治威胁构成,其中地缘政治行动包含战争的开始与升级、领土领海争端、军事打击和恐怖行为等,地缘政治威胁包括战争威胁、和平威胁、军事集结、核威胁和恐怖威胁。基于此,本文按照地缘政治行动和威胁的中位数将样本划分为高低两组,进一步探究不同地缘政治风险来源下,其对各国低碳转型影响的差异。回归结果由表6列

表6 异质性分析

Table 6 Heterogeneity analysis

变量	(1) 高地缘政治行动	(2) 低地缘政治行动	(3) 高地缘政治威胁	(4) 低地缘政治威胁	(5) 发达国家	(6) 发展中国家
GPR	-0.0058** (-2.5821)	0.0025 (0.3489)	-0.0042** (-2.0743)	-0.0002 (-0.0240)	0.0020 (0.7519)	-0.0146*** (-3.1583)
$Controls$	YES	YES	YES	YES	YES	YES
$Month \& Country$	YES	YES	YES	YES	YES	YES
$Observations$	2574	2574	2574	2574	2640	2508
$Adj-R^2$	0.992	0.997	0.993	0.997	0.999	0.994

(1)–(4)所示。由回归结果可知,在高地缘政治行动和威胁的子样本组中,地缘政治风险(*GPR*)的系数估计值均在5%的显著性水平下为负,而低水平的子样本组中的估计系数则未通过10%水平下的显著性检验。这表明尽管地缘政治风险来源不同,但较高的地缘政治行动水平和地缘政治威胁水平均会放缓国家低碳转型的进程。

4.5.2 发达国家和发展中国家的异质性

为检验地缘政治风险对低碳转型影响在发达国家和发展中国家间的差异,本文将样本划分为发达国家和发展中国家两个子样本,分组回归结果如表6列(5)、(6)所示。由结果可知,在发达国家组中,地缘政治风险(*GPR*)的系数估计值为0.0020,但未通过10%的显著性检验;在发展中国家组中,地缘政治风险(*GPR*)的系数估计值为-0.0146,且在1%的水平上通过了显著性检验。这说明,地缘政治风险显著抑制了发展中国家低碳转型,但未能显著影响发达国家低碳转型。其原因在于,相比发达国家,发展中国家的能源消费强度通常更高,即单位GDP产出所需投入的能源更多,而其清洁低碳技术也与发达国家存在差距,对化石能源依赖度高,推进能源结构转型困难大,从而其减排难度和压力更大。当面对地缘政治风险时,发展中国家需要平衡经济增长、稳定民生、应对外部风险等多重目标,且经济增长的优先级相比发达国家往往更高,这为其持续推动低碳转型带来更大压力。

5 结论和政策建议

5.1 结论

本文采用Caldara等所构建的地缘政治风险指数,使用2010—2020年国家面板数据实证检验地缘政治风险对国家低碳转型的影响,通过调节效应模型识别地缘政治风险影响国家低碳转型的机制,并提出了地缘政治风险下国家低碳转型目标实现的可行路径;通过异质性分析进一步揭示了地缘政治风险对不同经济体低碳转型发展影响的差异。主要结论如下:

(1)地缘政治风险的抬升会显著减缓国家低碳转型进程。地缘政治风险可能会改变国际议程的重要性排序,降低了各国对于低碳转型的注意力、

投入意愿和投入强度,阻滞世界各国低碳转型进程,不利于人类共同福祉的构建。

(2)融资约束和贸易壁垒对于“地缘政治风险-各国低碳转型”具有负向调节作用,进一步增强了地缘政治风险对于国家低碳转型的不利影响;绿色技术研发能力对于“地缘政治风险-各国低碳转型”具有正向调节作用,即可以缓解地缘政治风险对于低碳转型进程的抑制作用。

(3)产业结构的优化和可再生能源生产能力的提升可以对地缘政治风险减缓国家低碳转型产生正向调节作用。因此,在地缘政治风险升温的情形下,世界各国仍可以通过持续优化产业结构、提升可再生能源生产能力有效推动低碳转型。

(4)在地缘政治行动和威胁程度高的地区,地缘政治风险对各国低碳转型进程的抑制作用更加显著;同时,地缘政治风险对于国家低碳转型的抑制作用在发展中国家样本更为明显。

5.2 政策建议

基于以上结论,本文提出如下建议:

(1)重视地缘政治风险对低碳转型事业造成的冲击,充分防范化解地缘政治风险对国家低碳发展带来的不利影响。随着俄乌冲突的深度演化,地缘政治风险所带来的恶劣影响逐渐波及全球,世界各国应加强对地缘政治风险的识别和研究,深刻理解地缘政治风险对低碳发展的挫伤与阻碍,及时制定合理战略目标,以缓解地缘政治风险带来的负面冲击。

(2)世界各国应携手共进、通力合作,共同应对地缘政治风险对全球低碳转型进程的阻碍。由于融资约束、贸易壁垒和绿色技术研发能力在地缘政治风险影响国家低碳转型的过程中发挥了重要的调节效应。世界各国应加强合作,共同维护全球资本市场平稳,降低资本跨境流动限制,大幅降低贸易壁垒、优化贸易环境,推动绿色低碳技术的交流、转让和共享,进而降低地缘政治风险对全球低碳转型进程的负面影响。

(3)持续优化产业结构,提升可再生能源生产能力,降低传统能源依赖度。良好的产业结构布局和较高的可再生能源生产能力是地缘政治风险冲

2023年7月

击下实现低碳发展的重要路径。因此,世界各国应重视本国产业结构升级,提高自主创新能力,逐渐摆脱化石能源依赖,实现可再生能源的有效利用。

参考文献(References):

- [1] Hoque M E, Wah L S, Zaidi M A S. Oil price shocks, global economic policy uncertainty, geopolitical risk, and stock price in Malaysia: Factor augmented VAR approach[J]. *Economic Research*, 2019, 32(1): 3700–3732.
- [2] 张晓通, 许子豪. “一带一路”海外重大项目的地缘政治风险与应对: 概念与理论构建[J]. *国际展望*, 2020, 12(3): 80–96. [Zhang X T, Xu Z H. BRI projects' geopolitical risks: Concept and theorization[J]. *Global Review*, 2020, 12(3): 80–96.]
- [3] 胡志丁, 张喆, 马腾, 等. 在学科发展的演变中理解和把握地缘政治及地缘政治学: 兼论对地缘环境研究的启示[J]. *地理科学*, 2022, 42(1): 54–64. [Hu Z D, Zhang Z, Ma T, et al. To understanding and grasp “Geopolitik” and the discipline of geopolitics in the evolution of disciplinary development: The discussion on the enlightenment of geo-setting research[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2022, 42(1): 54–64.]
- [4] Terhorst P, Erkuş-Öztürk H. Resilience to the global economic and Turkish (geo) political crisis compared[J]. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 2019, 110(2): 138–155.
- [5] 喻开志, 闻雁飞, 雷雷. 系统关联性: 短期资本流动与相关市场[J]. *国际金融研究*, 2018, (3): 87–96. [Yu K Z, Wen Y F, Lei L. The systematic relevance: Short-term international capital flows and domestic financial markets[J]. *Studies of International Finance*, 2018, (3): 87–96.]
- [6] Baur D G, Smales L A. Hedging geopolitical risk with precious metals[J]. *Journal of Banking & Finance*, 2020, DOI: 10.1016/j.jbankfin.2020.105823.
- [7] Tiwari A K, Das D, Dutta A. Geopolitical risk, economic policy uncertainty and tourist arrivals: Evidence from a developing country[J]. *Tourism Management*, 2019, DOI: 10.1016/J.TOURMAN.2019.06.002.
- [8] 刘文革, 黄玉. 地缘政治风险与贸易流动: 理论机理与实证研究[J]. *国际经贸探索*, 2020, 36(3): 46–59. [Liu W G, Huang Y. Geopolitical risk and trade flow: Theoretical mechanism and empirical research[J]. *International Economics and Trade Research*, 2020, 36(3): 46–59.]
- [9] Nguyen T T T, Pham B T, Sala H. Being an emerging economy: To what extent do geopolitical risks hamper technology and FDI inflows?[J]. *Economic Analysis and Policy*, 2022, 74: 728–746.
- [10] Yang Y Y, Li J P, Sun X L, et al. Measuring external oil supply risk: A modified diversification index with country risk and potential oil exports[J]. *Energy*, 2014, 68: 930–938.
- [11] Wang K H, Su C W, Umar M. Geopolitical risk and crude oil security: A Chinese perspective[J]. *Energy*, 2021, DOI: 10.1016/j.energy.2020.119555.
- [12] Adebayo T S, Akadir S S, Riti J S, et al. Interaction among geopolitical risk, trade openness, economic growth, carbon emissions and its implication on climate change in India[J]. *Energy & Environment*, 2019, DOI: 10.1177/0958305X221083236.
- [13] Ma W, Nasriddin F, Haseeb M, et al. Revisiting the impact of energy consumption, foreign direct investment, and geopolitical risk on CO₂ emissions: Comparing developed and developing countries[J]. *Frontiers in Environmental Science*, 2022, DOI: 10.3389/fenvs.2022.985384.
- [14] Anser M K, Syed Q R, Apergis N. Does geopolitical risk escalate CO₂ emissions? Evidence from the BRICS countries[J]. *Environmental Science and Pollution Research*, 2021, 28(35): 48011–48021.
- [15] Cai Y F, Wu Y R. Time-varying interactions between geopolitical risks and renewable energy consumption[J]. *International Review of Economics & Finance*, 2021, 74: 116–137.
- [16] Anser M K, Syed Q R, Lean H H, et al. Do economic policy uncertainty and geopolitical risk lead to environmental degradation? Evidence from emerging economies[J]. *Sustainability*, 2021, 13(11): 5866–5866.
- [17] Syed Q R, Bhowmik R, Adedoyin F F, et al. Do economic policy uncertainty and geopolitical risk surge CO₂ emissions? New insights from panel quantile regression approach[J]. *Environmental Science and Pollution Research*, 2022, 29(19): 27845–27861.
- [18] Zhao W J, Zhong R Y, Sohail S, et al. Geopolitical risks, energy consumption, and CO₂ emissions in BRICS: An asymmetric analysis[J]. *Environmental Science and Pollution Research*, 2021, 28: 39668–39679.
- [19] Husnain M I, Syed Q R, Bashir A, et al. Do geopolitical risk and energy consumption contribute to environmental degradation? Evidence from E7 countries[J]. *Environmental Science and Pollution Research*, 2022, 29(27): 41640–41652.
- [20] Caldara D, Iacoviello M. Measuring geopolitical risk[J]. *American Economic Review*, 2022, 112(4): 1194–1225.
- [21] Balçilar M, Bonato M, Demirel R, et al. Geopolitical risks and stock market dynamics of the BRICS[J]. *Economic Systems*, 2018, 42(2): 295–306.
- [22] Wang Y, Liu C Y, Wang G Y. Geopolitical risk revealed in international investment and world trade[J]. *Risk Management*, 2020, 22(2): 133–154.

- [23] Polzin F, Sanders M, Steffen B, et al. The effect of differentiating costs of capital by country and technology on the European energy transition[J]. *Climatic Change*, 2021, DOI: 10.1007/s10584-021-03163-4.
- [24] Adams S, Adedoyin F, Olaniran E, et al. Energy consumption, economic policy uncertainty and carbon emissions: causality evidence from resource rich economies[J]. *Economic Analysis and Policy*, 2020, 68: 179–90.
- [25] 李凡, 朱缤绮, 孙颖. 环境政策、制度质量和可再生能源技术创新: 基于 32 个国家的实证分析[J]. *资源科学*, 2021, 43(12): 2514–2525. [Li F, Zhu B Q, Sun Y. Environmental policy, institutional quality and renewable energy technology innovation: An empirical analysis based on 32 countries[J]. *Resources Science*, 2021, 43(12): 2514–2525.]
- [26] Ameli N, Dessens O, Winning M, et al. Higher cost of finance exacerbates a climate investment trap in developing economies[J]. *Nature Communications*, 2021, DOI: 10.1038/s41467-021-24305-3.
- [27] 熊爱华, 丁友强, 胡玉凤. 低碳门槛下绿色创新补贴对全要素生产率的影响[J]. *资源科学*, 2020, 42(11): 2184–2195. [Xiong A H, Ding Y Q, Hu Y F. Impact of low-carbon subsidies and green innovation on total factor productivity in view of the threshold effect of carbon emission reduction[J]. *Resources Science*, 2020, 42(11): 2184–2195.]
- [28] Aghion P, Akenazy P, Berman N, et al. Credit constraints and the cyclicity of R&D investment: Evidence from France[J]. *Journal of the European Economic Association*, 2012, 10(5): 1001–1024.
- [29] 杨文龙, 史文天, 杜德斌. 全球地缘经济合作的空间模式与空间机理: 基于商品贸易规模的实证研究[J]. *地理科学*, 2021, 41(11): 1875–1883. [Yang W L, Shi T W, Du D B. The spatial model and spatial mechanism of the global geo-economic cooperation: An empirical research based on the scale of commodity trade[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2019, 41(11): 1875–1883.]
- [30] Zhu B Z, Zhang M F, Zhou Y H, et al. Exploring the effect of industrial structure adjustment on interprovincial green development efficiency in China: A novel integrated approach[J]. *Energy Policy*, 2019, DOI: 10.1016/j.enpol.2019.110946.
- [31] 刘备, 董直庆. 技术进步的能源偏向诱发“碳锁定效应”了吗?[J]. *产经评论*, 2020, 11(4): 133–148. [Liu B, Dong Z Q. Has the energy bias of technological progress induced carbon lock-in?[J]. *Industrial Economics Review*, 2020, 11(4): 133–148.]
- [32] 程中华, 刘军, 李廉水. 产业结构调整与技术进步对雾霾减排的影响效应研究[J]. *中国软科学*, 2019, (1): 146–154. [Cheng Z H, Liu J, Li L S. Research on the effects of industrial structure adjustment and technological progress on haze reduction[J]. *China Soft Science*, 2019, (1): 146–154.]
- [33] Mahmood H, Alkhateeb T T Y, Furqan M. Industrialization, urbanization and CO₂ emissions in Saudi Arabia: Asymmetry analysis[J]. *Energy Reports*, 2020, 6: 1553–1560.
- [34] Nasir M A, Canh N P, Le T N L. Environmental degradation & role of financialisation, economic development, industrialisation and trade liberalisation[J]. *Journal of Environmental Management*, 2021, DOI: 10.1016/j.jenvman.2020.111471.
- [35] 史丹, 薛钦源. 中国一次能源安全影响因素、评价与展望[J]. *经济纵横*, 2021, (1): 31–45. [Shi D, Xue Q Y. Influencing factors, evaluation and outlook of primary energy security in China[J]. *Economic Review Journal*, 2021, (1): 31–45.]
- [36] 陈晓红, 张嘉敏, 唐湘博. 中国工业减污降碳协同效应及其影响机制[J]. *资源科学*, 2022, 44(12): 2387–2398. [Chen X H, Zhang J M, Tang X B. Synergistic effects of industrial pollution reduction and carbon emission reduction in China and influencing mechanisms[J]. *Resources Science*, 2022, 44(12): 2387–2398.]
- [37] 赵宏图. 碳中和与国际能源政治新变局[J]. *现代国际关系*, 2022, (2): 29–37. [Zhao H T. Carbon neutrality and the new landscape of international energy politics[J]. *Contemporary International Relations*, 2022, (2): 29–37.]
- [38] Grim R G, Huang Z, Guarnieri M T, et al. Transforming the carbon economy: Challenges and opportunities in the convergence of low-cost electricity and reductive CO₂ utilization[J]. *Energy & Environmental Science*, 2020, 13(2): 472–494.
- [39] Wang Y D, Zheng Y M. Spatial effects of carbon emission intensity and regional development in China[J]. *Environmental Science and Pollution Research International*, 2021, 28(11): 14131–14143.
- [40] Kuchler M, Bridge G. Down the black hole: Sustaining national socio-technical imaginaries of coal in Poland[J]. *Energy Research & Social Science*, 2018, 41: 136–147.

Impact of geopolitical risks on low-carbon transition in various countries

XU Yan¹, SONG Yijin¹, SHEN Yue²

(1. College of Economics and Management, Chang'an University, Xi'an 710064, China; 2. Xi'an Jiaotong University, School of Economics and Finance, Xi'an 710061, China)

Abstract: [Objective] Low-carbon transition is an international consensus, accelerating low-carbon development is the focus of the work of all countries in the world, therefore it is necessary to explore the impact of geopolitical risks, a major risk-causing factor, on the process of low-carbon transition in countries. [Methods] Based on a systematic elaboration of the impact of geopolitical risks on the low-carbon transition process of each country, this study empirically examined the impact of geopolitical risks on countries' low-carbon transition and regulatory role based on the national panel data and geopolitical risk index from 2010 to 2020, and the moderating effect model. [Results] (1) Geopolitical risks can significantly slow down the process of national low-carbon transition, and this result still holds after sample truncation, replacement of explanatory variables and explained variables, and placebo test; (2) The negative moderating effects of financing constraints and trade barriers are significant, exacerbating the disincentive effect of geopolitical risk on countries' low-carbon transitions, while green technology R&D capacity positively moderates the relationship between geopolitical risk and countries' low-carbon transitions; (3) Optimizing the industrial structure and the green technology development capacity is the most important mechanism for the low-carbon transition of countries; (4) In regions with a high level of geopolitical actions and threats, the inhibition of geopolitical risks on the process of their low-carbon transition is more pronounced, and this adverse impact is more obvious in developing countries than in developed countries. [Conclusion] Countries should pay attention to the adverse impact of geopolitical risks in the process of national low-carbon transition, pay attention to financing constraints, and actively optimize industrial structure and improve renewable energy production capacity, so as to hedge the negative impact of geopolitical risks and accelerate the process of low-carbon transition.

Key words: geopolitical risks; low-carbon transition; trade barriers; financing constraints; optimization of industrial structure