

引用格式: 余群芝, 吴肖丽, 潘安. 气候资金对受援国碳排放的影响[J]. 资源科学, 2020, 42(6): 1015-1026. [She Q Z, Wu X L, Pan A. Effects of climate finance on carbon emissions in recipient countries[J]. Resources Science, 2020, 42(6): 1015-1026.] DOI: 10.18402/resci.2020.06.01

气候资金对受援国碳排放的影响

余群芝, 吴肖丽, 潘安

(中南财经政法大学经济学院, 武汉 430073)

摘要: 在越来越多国家积极倡导和投入全球气候治理行动的背景下, 准确考察气候资金对受援国碳排放的影响, 对推动发达国家持续援助、布局2020年后的气候行动以及构建人类命运共同体等都具有重要的指导意义。文章基于AidData、OECD-DAC CRS和WDI数据库得到了1980—2014年77个受援国的国家面板数据, 通过构建静态及动态面板模型、“调节效应”模型和面板门槛模型, 考察了气候资金对受援国碳排放的影响, 并检验了收入水平在两者之间的调节作用。研究发现: ①从总体上来看, 气候资金对受援国碳排放产生了显著的减排效应, 同时受援国收入水平对气候资金的碳排放效应产生了显著的“调节效应”; ②随受援国收入水平提升, 气候资金的碳排放效应呈现出了“由显著减排转不显著增排”的非线性特征, 其中实现减排的受援国主要为非洲国家; ③评估气候资金最终能否实现碳减排, 需综合考虑气候资金与受援国生产及投资等方面的相互作用结果。基于以上研究, 本文在积极敦促发达国家履行相关气候资金承诺、推动受援国低碳经济增长以及中国利用双重身份参与全球气候治理等方面得到政策启示。

关键词: 气候资金; 碳排放; 收入水平; 调节效应; 门槛效应; 全球气候治理; 受援国

DOI: 10.18402/resci.2020.06.01

1 引言

由温室气体排放导致的温升等气候变化问题已经严重影响到农业生产^[1,2]、森林生态系统^[3,4]、人类健康^[5]和经济增长^[6]等多个领域。联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)于2018年10月发布的《IPCC全球升温1.5℃特别报告》^[7]指出, 若不全力以赴达成1.5℃的温控目标, 未来将在上述各领域付出更大代价。在全球气候治理进程中, 控制碳排放增长始终是各国应对气候变化的重点关注领域。例如, 在2019年12月第25届联合国气候大会(COP25)召开之际, 有65个国家和主要经济体在其国家自主贡献中承诺要在2050年前实现净零排放。那么, 各国是如何通过有效控制碳排放来应对气候变化的?

气候资金是应对气候变化行动的重要保障^[8]。1992年《联合国气候变化框架公约》(以下简称《公约》)的签订标志着气候资金机制的诞生, 这一机制致力于帮助发展中国家等应对气候变化。以《公约》为基本框架, 发达国家在2009年的哥本哈根气候大会上设立了300亿美元的“快速启动资金”, 并进一步承诺到2020年前每年提供1000亿美元气候资金来援助发展中国家实现碳减排。然而, 由于发达国家提供气候资金支持的政治意愿不足等因素, 致使现阶段的气候资金并不充分。据经济合作与发展组织(OECD)统计, 2017年发达国家向发展中国家所提供的气候资金仅为545亿美元, 与其承诺额相去甚远, 气候资金能否发挥出预期的碳减排作

收稿日期: 2019-12-19; 修订日期: 2020-05-11

基金项目: 国家自然科学基金项目(71974078); 国家社会科学基金一般项目(16BJL083); 教育部人文社会科学研究青年基金项目(18YJC790121)。

作者简介: 余群芝, 女, 湖北潜江人, 教授, 研究方向为国际气候援助的碳减排效应评估。E-mail: qzshe@zuel.edu.cn

通讯作者: 吴肖丽, 女, 河北沧州人, 博士研究生, 研究方向为气候变化与国际气候资金机制。E-mail: wuxl1025@163.com

用便值得关注。

基于上述现实背景,本文提出如下问题:现有气候资金真的有助于受援国实现碳减排吗?气候资金对受援国碳排放的作用又会受到何种因素的影响?上述问题的回答,不仅为推动发达国家履行气候资金承诺以及更好地分配、利用气候资金提供有力的经验依据,还能为布局2020年后的气候资金提供有益启示。此外,在全球气候治理中,中国在推动气候谈判进行、倡导南南合作等方面发挥着特有的“中国作用”。一方面,在发达国家与发展中国家两大阵营的气候谈判中,作为最大发展中国家的中国起着桥梁的作用;另一方面,在应对气候变化南南合作中,中国完成了从“受援国”向“援助国”身份的转变。因此,本文研究也能够为兼具双重身份的中国通过有效利用气候资金参与并引领全球气候治理、构建人类命运共同体提供经验借鉴。

2 文献综述

各利益相关方对气候资金的来源问题至今并未达成共识。为便于梳理相关文献以及进行经验分析,有必要对本文所考察的气候资金进行说明。《公约》强调,气候资金须是发达国家用以支持发展中国家应对气候变化的“新的、额外的”援助资金,即是现有官方发展援助(Official Development Assistance, ODA)的新补充。然而,发达国家与发展中国家针对《公约》下的气候资金来源问题始终存在不同的意见。发达国家倾向于私人部门资金、碳市场融资等公共赠款之外的筹资方式,而发展中国家主张应严格遵守《公约》的规定,并强调气候资金应主要来自公共部门出资。上述分歧导致现阶段的气候资金来源逐渐泛化,在公共气候资金(双、多边援助等)基础上,还包括私人部门资金、碳市场融资、发展中国家向发展中国家的资金流动、各国国内的气候资金流动、公共及私人部门混合的资金流动等方面^[9,10]。需要说明的是,与Michaelowa等^[11]、Halimanjaya等^[12]、Betzold等^[13]等研究相同,本文所考察的气候资金为来源于ODA的公共气候资金^①,即具有援助性质。

随着气候变化问题的日益严峻,相关气候资金

问题得到了国内外学者的重点关注。现有文献多围绕气候资金机制建设^[14,15]、私人部门资金^[16-18]、碳市场融资^[19-21]等方面展开研究。此外,还有部分学者关注到了气候资金对受援国碳排放的影响研究。具体而言,Wu等^[22]从理论层面运用RICE模型对坎昆气候大会所承诺的气候资金进行情景模拟;Carfora等^[23]利用分位数回归经验验证了“快速启动资金”可帮助受援国实现碳减排,Carfora等^[24]进一步运用PSM方法再次得到了上述结论。气候资金碳排放效应的异质性问题也得到了部分学者的关注。例如,与王文娟等^[25]发现气候援助加剧了中国的碳排放不同,余群芝等^[26]、Bhattacharyya等^[27]通过考察流入能源部门的气候援助,分别发现相关援助降低了亚洲地区和中亚地区受援国的碳排放;Boly^[28]认为气候资金的碳排放效应与援助类型有关,表现为多边气候资金具有显著的减排效应,而双边气候资金并未发挥减排效应;Chung等^[29]将研究视角聚焦于气候资金中的技术援助,发现与太阳能相关的技术援助降低了电力部门碳排放,与电力传输相关的技术援助降低了制造业碳排放,但这两类技术援助对交通部门碳排放却没有产生显著影响。

进一步而言,气候资金的覆盖范围涉及亚非欧等不同收入水平的受援国,具体表现为各国在技术水平、环保标准、基础设施建设等方面存在较大差别。因此,虽然上述各国面临共同的气候变化问题,但在各受援国不同收入水平的影响下,气候资金对受援国碳排放的影响可能存在差异。对此,Michaelowa等^[30]曾指出气候资金在人均收入水平较高的新兴经济体(如中国)具有更大的碳减排潜力,但上述观点并未得到相关研究的经验支撑。因此,收入水平是否在气候资金对受援国碳排放的影响中产生了“调节效应”,该问题值得进一步关注。

综上所述,气候资金对受援国碳排放的影响研究已得到了部分学者的关注,相关研究主要呈现出以下两方面特点:一方面,在研究对象上,多数研究主要关注于“快速启动资金”、双边及多边气候资金、技术援助、针对具体国家的气候援助和能源援

^①鉴于本文所考察的气候资金为来源于ODA的公共气候资金,故将气候资金的接受国统称为“受援国”。值得说明的是,由于公共气候资金具有援助性质,部分国内外学者有时将这部分气候资金称为气候援助。

2020年6月

助等的碳排放效应问题,较少有研究针对性地分析双边气候减缓资金的碳排放效应^②;另一方面,鲜有研究对收入水平在双边气候减缓资金碳排放效应中的作用进行实证考察,进而也难以揭示出收入水平在其中可能引起的非线性影响。对此,本文试图从以下几个方面对现有研究进行扩展:第一,有针对性地考察双边气候减缓资金对受援国碳排放的影响;第二,实证检验受援国收入水平对双边气候减缓资金碳排放效应所产生的“调节效应”;第三,通过面板门槛模型分析在收入水平影响下气候资金碳排放效应所存在的非线性特征。

3 研究方法 with 数据说明

3.1 研究方法

3.1.1 基准模型

为考察气候资金对受援国碳排放的影响,本文在经典环境库兹涅茨曲线(EKC)模型^[31]框架下,加入气候资金变量,构建如下静态面板模型:

$$\ln C_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln cf_{i,t-1} + \alpha_2 \ln y_{it} + \alpha_3 (\ln y_{it})^2 + \phi X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中:下角标 i 和 t 分别代表受援国和时间; μ_i 和 λ_t 分别为国家固定效应和时间固定效应; ε_{it} 为随机扰动项; α_0 为常数项; $\alpha_1 - \alpha_3$ 为待估计参数; ϕ 为控制变量的待估计参数;被解释变量 C 代表受援国的碳排放水平,借鉴占华^[32]等的一般做法,本文选取受援国人均碳(CO₂)排放加以衡量;核心解释变量 cf 代表受援国接受的气候资金,为扩展现有研究^[23,28,29],本文有针对性地选取双边气候减缓援助数据作为气候资金的代理变量。进一步地,考虑到气候资金对受援国碳排放的影响具有时间滞后性^[27],选择气候资金的滞后一期作为核心解释变量。控制变量 y 代表受援国的收入水平,由受援国人均GDP加以反映,而加入其一次项和二次项的目的在于验证受援国收入水平与碳排放之间的关系是否符合EKC假说。对于其他控制变量 X ,借鉴 Antweiler 等^[33]、Shuai 等^[34]所建模型,选择加入变量 kl 、 $trade$ 、

$urban$,以分别控制要素结构、贸易开放水平、城镇化水平对碳排放的影响。具体而言,变量 kl 代表资本劳动比,由资本形成总额与劳动力人口的比值来衡量;变量 $trade$ 代表贸易开放度,由对外贸易总额占GDP比重表示;变量 $urban$ 代表城镇化水平,由城镇人口占总人口的比重来衡量。此外,为了降低异方差及时间趋势因素可能产生的影响,除百分比变量外,对其他变量均作了对数化处理,即 \ln 表示自然对数。

考虑到碳排放水平可能具有一定的动态滞后性,即当期碳排放水平会受到上期的惯性影响^[35],本文在式(1)基础上加入被解释变量的一阶滞后项,构建如下动态面板模型:

$$\ln C_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln C_{i,t-1} + \beta_2 \ln cf_{i,t-1} + \beta_3 \ln y_{it} + \beta_4 (\ln y_{it})^2 + \delta X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

式中: β_0 为常数项; $\beta_1 - \beta_4$ 为待估计参数; δ 为控制变量的待估计参数。

3.1.2 “调节效应”模型

进一步,为检验受援国收入水平是否对气候资金的碳排放效应产生了“调节效应”,本文在式(1)和式(2)基础上均加入受援国收入水平与气候资金的交互项,进而构建了包含交互项的静态和动态面板模型,具体如下:

$$\ln C_{it} = \omega_0 + \omega_1 \ln cf_{i,t-1} + \omega_2 \ln y_{it} + \omega_3 (\ln y_{it})^2 + \omega_4 \ln cf_{i,t-1} \times \ln y_{it} + \psi X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$\ln C_{it} = \varphi_0 + \varphi_1 \ln C_{i,t-1} + \varphi_2 \ln cf_{i,t-1} + \varphi_3 \ln y_{it} + \varphi_4 (\ln y_{it})^2 + \varphi_5 \ln cf_{i,t-1} \times \ln y_{it} + \tau X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

式中: ω_0 、 φ_0 为常数项; $\omega_1 - \omega_4$ 和 $\varphi_1 - \varphi_5$ 均为待估计参数; ψ 和 τ 均为控制变量的待估计参数。

3.1.3 面板门槛模型

含交互项的“调节效应”模型衡量的是受援国收入水平对气候资金碳排放效应所产生的整体影响。随着受援国收入水平的提高,气候资金对受援国碳排放的影响是否会发生跃迁式变化,甚至呈现作用方向相反的特征?为回答该问题,本文以受援国收入水平作为门槛变量,构建如下面板门槛模型:

②例如,王文娟等^[25]、Boly^[26]等研究并未区分气候资金中的减缓和适应成分;余群芝等^[26]、Bhattacharyya 等^[27]仅是针对能源部门的气候援助,考察对象相对较为单一。

$$\ln C_{it} = \rho_0 + \rho_1 \ln cf_{i,t-1} I(thr \leq \gamma) + \rho_2 \ln cf_{i,t-1} I(thr > \gamma) + \rho_3 \ln y_{it} + \rho_4 (\ln y_{it})^2 + \zeta X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

式中： ρ_0 为常数项； $\rho_1 - \rho_4$ 为待估计参数； ζ 为控制变量的待估计参数； $I(\cdot)$ 为示性函数； thr 为门槛变量（受援国收入水平）； γ 为待估计门槛值。

3.2 数据来源及处理

如前文所述,本文的研究对象为来源于ODA的公共气候资金,并选择双边气候减缓援助数据作为代理变量。该方面援助数据库主要包括 OECD-DAC CRS 数据库和 AidData 数据库,其中前者涵盖了 1998—2016 年的援助数据,后者则包括了 1947—2013 年的援助数据。AidData 数据库被称为全球最大的援助数据库,因而受到了相关学者的重点关注^[23,24]。基于此,本文以 AidData 数据库的最新版本数据 AidData Research Release 3.1 Database 为基础,进一步结合 OECD-DAC CRS 数据库,借鉴 Michaelowa 等^[11]、Miller^[36]的关键词检索法对援助数据进行筛选,得到了 1980—2016 年^③间的双边气候减缓援助数据。值得说明的是,上述数据包括承诺额和实际交付额,本文借鉴 Halimanjaya^[37]的研究,选择使用承诺额以确保数据的完整性。

在受援国碳排放数据方面,相关数据库包括世界银行的 WDI 数据库、BP 能源统计和国际能源署 (IEA) 数据库。其中,WDI 数据库的时间跨度为 1960—2014 年,BP 能源统计中缺失较多低收入国家的统计数据,而 IEA 数据库的时间跨度仅为 1990—2016 年。因此,结合气候资金数据的时间跨度进行综合考虑,本文选择使用 WDI 数据库所提供的碳排放数据。与之相同,其余变量的数据也均来自 WDI 数据库。最终,本文得到了 1980—2014 年 77 个受援国的国家面板数据作为样本进行实证分析。

进一步,本文借鉴 OECD 的通常做法,通过求取每连续 3 年的平均气候资金额以缓解气候资金数据的短期波动问题。具体而言,除 2013—2014 年求取连续 2 个年度均值外,1980—2012 年均求取连续 3 个

年度的均值,最终得到 12 个时期的气候资金数据。同理,其他变量也按上述方法进行处理。此外,由于个别时期部分受援国所接受气候资金金额为零,故选择使用变量 $\ln(1 + cf)$ 对变量 $\ln cf$ 进行替代处理。

3.3 样本基本情况

本文选取的 77 个受援国在非洲 (35 个)、美洲 (22 个)、亚洲 (15 个)、大洋洲 (4 个) 和欧洲 (1 个) 五大洲均有分布,包括 53 个中等收入国家、20 个低收入国家以及 4 个高收入国家^④。图 1 绘制了 77 个受援国在 12 个时期内所接受的年均气候资金。可以发现,77 个受援国接受的气候资金整体呈明显的上升趋势,已从 1980—1982 年的年均 6.561 亿美元,上升至 2013—2014 年的年均 109.975 亿美元,增长近 16 倍,表明通过气候资金进行全球气候治理愈发受到国际社会的重视。此外,1980—2014 年间,接受气候资金总额位列前 3 的国家为印度、印度尼西亚和中国,分别达 245.848 亿美元、93.877 亿美元和 90.863 亿美元,这些国家均为世界上主要的碳排放国家。

各变量的描述性统计见表 1。可以看出,各受援国在所接受的气候资金、人均碳排放以及人均收入水平上的差异并不明显,3 个变量的离散系数分别仅为 0.396、0.219 以及 0.157。相比之下,各受援国贸易开放水平的差异较大,该变量的离散系数为 0.555。

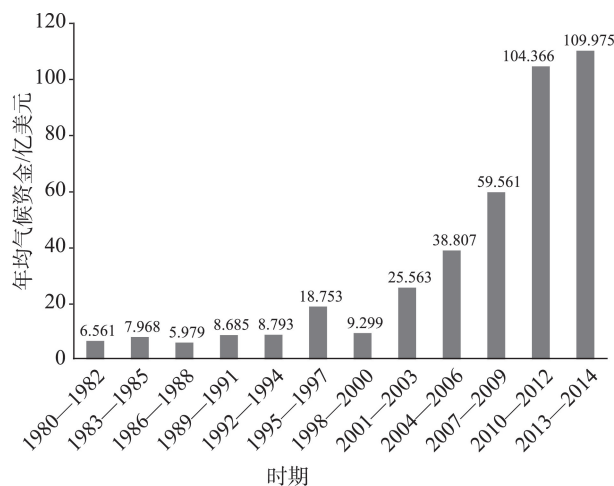


图 1 77 个受援国在 12 个时期内接受的年均气候资金

Figure 1 Annual climate finance flowing to 77 recipient countries during 12 periods

③本文利用 OECD-DAC CRS 数据库的最新数据对 AidData 数据库进行补充,使得援助数据的时间跨度扩展至 1947—2016 年。进一步考虑到 1979 年召开了第一次世界气候大会 (FWCC),才促使气候问题开始逐渐引起关注,故所搜集双边气候减缓援助数据始于 1980 年。

④根据 2014 年各国的收入水平和世界银行 2014 年发布的划分标准进行分类。

表1 各变量的描述性统计

Table 1 Descriptive statistics of the variables

变量	具体含义	单位	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
lnC	人均碳排放	kg/人	924	6.545	1.435	2.649	9.242
lnCF	气候资金	美元	924	13.647	5.409	0.000	21.890
lny	人均收入	美元	924	7.038	1.106	4.692	9.730
lnkl	资本劳动比	美元/人	924	6.412	1.311	2.356	9.357
trade	贸易开放度	%	924	51.973	28.824	8.406	190.698
urban	城镇化水平	%	924	43.831	21.226	4.505	94.894

4 结果与分析

4.1 基准模型估计结果分析

本文选择同根的LLC方法和不同根的Fisher-ADF方法来检验数据的平稳性,发现各个变量均为平稳的;再运用Westerlund及Pedroni的协整检验方法,结果表明变量间存在长期均衡关系,进而可进行回归分析。进一步,根据F检验和Hausman检验结果选择使用固定效应模型对式(1)进行回归估计,常规标准误和稳健标准误的估计结果分别见表

2中列(1)和列(2);同时,使用差分GMM和系统GMM方法对式(2)进行回归估计,估计结果分别见表2中列(3)和列(4)。此外,GMM估计均通过了Arellano-Bond序列相关检验和Sargan检验,且被解释变量滞后一期 $\ln C_{t-1}$ 的系数估计值显著,证明了使用GMM估计的合理性。

从表2所示的估计结果来看,除个别变量的显著性水平略有变化外,各变量的系数估计符号均一致,反映出本文所得估计结果较为稳健。由于系统

表2 基准模型估计结果

Table 2 Regression estimation results of the benchmark model

变量	(1)常规标准误	(2)稳健标准误	(3)差分GMM	(4)系统GMM
$\ln C_{t-1}$			0.450*** (13.63)	0.903*** (53.14)
$\ln CF_{t-1}$	-0.001 (-0.31)	-0.001 (-0.63)	-0.001** (-2.56)	-0.001** (-2.15)
lny	0.966*** (7.67)	0.966*** (12.97)	0.501*** (5.88)	0.196*** (2.78)
(lny) ²	-0.037*** (-4.76)	-0.037*** (-10.99)	-0.028*** (-5.94)	-0.015*** (-4.70)
lnkl	0.078*** (2.80)	0.078*** (2.95)	0.100*** (3.90)	0.183*** (5.84)
trade	0.005*** (8.88)	0.005*** (7.58)	0.003*** (7.98)	0.002*** (4.49)
urban	0.006** (2.30)	0.006*** (11.39)	0.004 (0.39)	0.007* (1.81)
常数项	0.445 (0.92)	0.445 (1.05)	1.491*** (4.32)	-0.881*** (-3.57)
观测值	847	847	770	847
国家数	77	77	77	77
AR(2)-p	-	-	0.324	0.207
Sargan	-	-	0.866	1.000

注:***、**和*分别表示在1%、5%和10%水平上显著;括号内数字为相应t值。

GMM的估计效率相对较高,故接下来根据列(4)的估计结果进行分析。

首先,核心解释变量 $\ln cf_{t-1}$ 的系数估计值显著为负,表明气候资金对受援国碳排放产生了显著的减排效应。这与 Carfora 等^[23]基于“快速启动资金”所得的实证结论相一致,而且该结论也在一定程度上反映出气候资金存在的必要性。其次,变量 $\ln y$ 的一次项和二次项系数分别显著为正和负,反映出受援国收入水平与碳排放存在“倒U型”的库兹涅茨关系。这表明随着受援国人均收入水平的逐渐上升,受援国碳排放水平会呈现出先上升后下降的变化趋势,即EKC假说成立。

最后,对于其他控制变量,变量 $\ln kl$ 的系数估计值在1%水平上显著为正,说明了资本劳动比的提高加剧了受援国碳排放。根据林伯强等^[38]的观点,资本劳动比可用来反映一国要素禀赋结构,较高的资本劳动比意味着该国工业生产偏向于资本密集型生产(污染密集型生产)。因此,受援国资本劳动比的提升会带动资本密集型生产的扩张,进而导致本国碳排放增加。变量 $trade$ 的系数估计值在

1%水平上显著为正,表明贸易开放水平的提升加剧了受援国碳排放水平,这与受援国低碳技术等较为落后有关。具体而言,以发展中国家为主的受援国,其在对外贸易中主要生产相对高耗能、高排放行业产品,贸易开放水平的提升虽然有助于扩大该国的对外贸易规模,但由此引起的碳排放水平也会随之增长。变量 $urban$ 的系数估计值在10%水平上显著为正,表明城镇化水平的提升加剧了受援国碳排放水平。产生上述影响的原因在于,受援国在加快城镇化的进程中,将伴随着能源消费水平以及产出规模的扩张,进而会加剧一国碳排放水平^[39,40]。

4.2 收入水平的“调节效应”分析

通过引入受援国收入水平与气候资金的交互项以检验受援国收入水平是否对气候资金的碳排放效应产生了“调节效应”。为解决加入交互项后可能导致的多重共线性问题,按照通常的做法,将构成交互项的自变量进行“对中”处理后再进行回归分析。与基准模型估计方法相同,仍使用静态、动态面板分别对式(3)、式(4)进行估计,估计结果如表3所示。需说明的是,动态面板模型仍通过了

表3 含交互项模型估计结果

Table 3 Regression estimation results of the model with interaction term

变量	(1)常规标准误	(2)稳健标准误	(3)差分GMM	(4)系统GMM
$\ln C_{t-1}$			0.493*** (13.99)	0.898*** (48.37)
$\ln cf_{t-1}$	-0.000 (-0.25)	-0.000 (-0.66)	-0.002** (-2.39)	-0.002*** (-3.05)
$\ln y$	1.016*** (7.90)	1.016*** (10.72)	0.412*** (4.89)	0.175* (1.95)
$(\ln y)^2$	-0.042*** (-5.09)	-0.042*** (-7.92)	-0.026*** (-5.36)	-0.016*** (-4.03)
$\ln cf_{t-1} \times \ln y$	0.003* (1.83)	0.003* (1.88)	0.002*** (2.78)	0.002*** (3.14)
$\ln kl$	0.087*** (3.08)	0.087*** (3.12)	0.135*** (4.97)	0.202*** (5.30)
$trade$	0.005*** (8.74)	0.005*** (7.15)	0.002*** (5.52)	0.002*** (4.23)
$urban$	0.006** (2.21)	0.006*** (9.71)	0.014 (1.46)	0.005 (1.24)
常数项	0.269 (0.55)	0.269 (0.55)	1.302*** (3.75)	-0.835*** (-2.84)
观测值	847	847	770	847
国家数	77	77	77	77
AR(2)-p	-	-	0.297	0.228
Sargan	-	-	0.988	1.000

2020年6月

Arellano-Bond 和 Sargan 检验,表明所建模型适用于 GMM 估计。表 3 的系统 GMM 估计结果显示,加入交互项后,核心解释变量 $\ln cf_{t-1}$ 的系数估计结果与基准模型一致,即气候资金依旧对受援国碳排放产生了显著的减排效应。同时,模型中其余变量的符号也与基准模型估计结果一致,再次表明本文结论较为稳健。

受援国收入水平是否对气候资金的碳排放效应产生了“调节效应”,可通过观察交互项的显著性来判断。根据表 3 中列(4)可知,交互项 ($\ln cf_{t-1} \times \ln y$) 的系数估计值在 1% 水平上显著为正,可认为受援国收入水平对气候资金的碳排放效应产生了显著的“调节效应”。具体而言,气候资金的减排效应将随受援国收入水平的提高而逐渐降低,且当受援国收入达到较高水平时,气候资金对受援国碳排放的影响可能会出现“由减排转增排”的现象。值得注意的是,“调节效应”模型的估计结果反映的是收入水平对气候资金碳排放效应的整体影响,仅从该估计结果中无法判断在不同收入水平阶段,气候资金对受援国碳排放的影响是否存在非线性特征。对此,通过进一步的面板门槛回归分析来解答上述问题。

4.3 面板门槛模型分析

借鉴 Hansen^[41] 的检验方法,以收入水平 ($\ln y$) 为门槛变量的显著性检验结果、门槛估计值及置信区间汇报于表 4。结果显示,气候资金对受援国碳排放的影响存在显著的单一门槛效应,对应门槛值为 6.263。门槛效应的存在表明随着受援国收入水平的变化,气候资金对受援国碳排放的影响的确存在非线性特征。

基于上述门槛检验结果对式(5)进行回归估计,核心解释变量 $\ln cf_{t-1}$ 的估计结果如表 5 所示。

表 4 门槛显著性检验、门槛值及置信区间

Table 4 Threshold significance test, threshold value, and confidence interval

门槛变量	门槛数	F值	P值	门槛值	95%置信区间
lny	单一	53.530***	0.000	6.263	(5.697, 6.325)
	双重	4.780	0.754	6.000	(5.973, 6.571)

注:F值和各临界点均为采用bootstrap反复抽样500次得到。

表 5 门槛效应估计结果(核心解释变量)

Table 5 Regression estimation results of threshold effect model

门槛区间	估计参数	门槛区间	估计参数
$\ln y \leq 6.263$	-0.007*** (-2.73)	$\ln y > 6.263$	0.002 (0.90)

值得说明的是,与基准模型对比,面板门槛模型回归结果中除个别变量显著性水平略有变化外,所有变量的系数符号均未发生改变,同样反映出所得结果较为稳健^⑤。

以 $\ln y$ 作为门槛变量的估计结果表明,气候资金对受援国碳排放的影响经历了两阶段非线性变化。具体而言,当 $\ln y \leq 6.263$ 时, $\ln cf_{t-1}$ 的系数估计值为 -0.007 且在 1% 水平上显著,表明气候资金对受援国碳排放产生了显著的减排效应;当 $\ln y > 6.263$ 时, $\ln cf_{t-1}$ 的系数估计值为 0.002 但不显著,反映出相比低收入阶段,气候资金对处于该收入阶段的受援国产生了并不显著的增排效应。总之,气候资金的碳排放效应随受援国收入水平提升呈现出“由显著减排转不显著增排”的特征,该结论不仅与前文根据“调节效应”模型所得结论相一致,也与余群芝等^[26]从能源援助方面得到的结论相近。

基于上述门槛检验结果,本文进一步对 12 个时期(1980—2014 年)内未通过门槛值的受援国数量及地区分布特征进行统计(图 2)。总体来看,在所

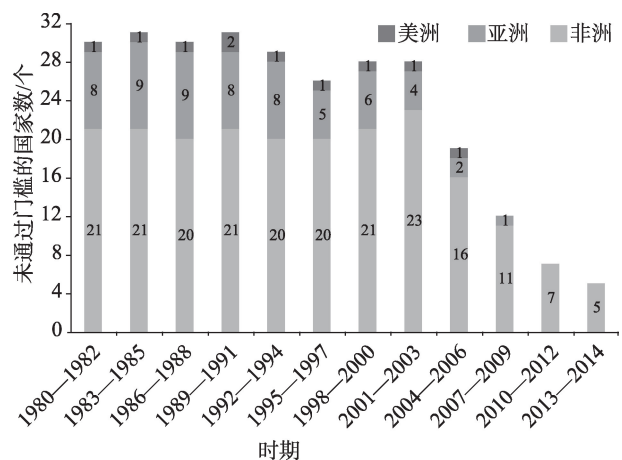


图 2 1980—2014 年间未通过门槛值的受援国数量及地区分布

Figure 2 Number and regional distribution of recipient countries below the threshold, 1980-2014

⑤限于篇幅,本文仅给出核心解释变量的门槛估计结果,其余控制变量的门槛估计结果并未列出,如若需要,可向作者索取。

考察时间区间内未通过门槛值的国家主要集中于非洲地区,其次是亚洲地区,美洲地区也有个别受援国分布。该统计结果反映出,气候资金主要对非洲国家碳排放产生了减排效应。进一步而言,随着经济发展水平的逐步提升,越来越多的国家将会跨越收入水平门槛值,那也就意味着能使气候资金发挥减排效应的受援国会随之减少。例如,在2013—2014年,仅布隆迪、马拉维、中非共和国、尼日尔、马达加斯加等5个非洲国家的收入水平低于门槛值,即气候资金仅能够减缓上述受援国的碳排放。同时期内,其余72个国家的收入水平均在门槛值之上,气候资金在这些国家中产生了并不显著的增排效应。

5 讨论

根据上述实证结果可知,气候资金在总体上对受援国碳排放产生了显著的减排效应,但该作用会随受援国收入水平的提高而逐渐降低,甚至气候资金最终还可能产生增排效应。对此,有必要进一步从理论层面分析气候资金对受援国碳排放的影响机制,进而有助于对上述经验研究结论进行合理解释。

众所周知,一国进行碳减排并不只是依赖于气候资金,其还需本国政府、私人部门等的参与,受援国碳减排水平取决于上述各种因素的相互博弈结果。本文认为气候资金能否发挥减排效应主要取决于以下3个方面:第一,在其他条件不变的情况下,气候资金促使受援国减排资源增加,进而使得碳排放水平得以下降;第二,气候资金的引入也会带来企业利润的增加,企业所形成的资本积累将为增产提供动机;第三,短期来看,气候资金的引入可能会挤出政府或私人部门的减排投资。所以,当前者占较大比重时,气候资金带来的直接减排量会抵消其间接通过引致增产、挤出效应而导致的增排量,进而总体上能够降低受援国碳排放;但当后两者占较大比重时,间接通过引致增产、挤出效应带来的增排量则会抵消气候资金初始带来的减排效果,导致气候资金反而会加剧受援国碳排放。总之,用于评估气候资金能否实现碳减排的研究须同时考虑上述3个方面的综合效果。

在基准模型的分析中,气候资金发挥出了显著的减排效应,本文认为原因主要在于:气候资金通

过提供减排资源等带来的直接减排量,总体上大于其通过引致增产、挤出减排投资所带来的增排量,进而在总样本中得到气候资金降低了受援国碳排放的结论。进一步,本文所考察受援国主要为发展中国家,其还处于加快工业化进程的发展阶段,即便气候资金为这些国家提供了更多的减排资源,但由气候资金所引致的增产也不可忽视。具体而言,受援国的经济增长方式仍较为粗放,气候资金所引致的增产可能仍会继续沿用原有的旧工业化生产模式,从而带来更大程度的碳排放^[42]。同时,受援国政府更愿意将资源用于促进本国经济增长,气候资金的引入可能会促使受援国政府将原计划用于减排的投资进行转移并作他用。加之,气候资金若流入私人部门,将会导致私人部门的减排投资被部分或完全挤出^[43]。由此可见,气候资金通过引致增产、挤出减排投资所带来的增排量有可能会随受援国收入水平提高而增加,进而导致气候资金的减排效应随受援国收入水平提高而逐渐降低,即收入水平会对气候资金的碳排放效应起到调节作用。

此外,包括布隆迪在内的5个低收入受援国仍主要以农业为支柱产业,因而与工业化国家相比,这些国家具有相对低碳的产业结构特征,使得气候资金间接引发的增排量相对有限,进而解释了为何气候资金对上述低收入受援国能够发挥出有效的减排作用。

总之,无论是气候资金的减排效应随受援国收入水平提高而逐渐降低,抑或是其产生了不显著的增排效应,本文认为这与受援国经济发展并不低碳息息相关。上述结论也从侧面反映出推动受援国走集约、绿色、低碳的工业化之路的必要性。正如联合国秘书长在COP25的开幕式上所说:“人们对绿色经济不应怀有恐惧,而应该敞开怀抱去迎接这一新的机遇”。所以,各受援国应该形成气候资金与本国低碳增长的协同减排机制,这将是促进其实现碳减排的有效路径之一,同时也是落实国家自主贡献的重要途径之一。

6 结论与政策启示

6.1 结论

本文基于AidData、OECD-DAC CRS与WDI数据库得到了1980—2014年77个受援国的国家面板

2020年6月

数据,通过构建静态及动态面板模型、“调节效应”模型和面板门槛模型,考察了气候资金对受援国碳排放的影响,并检验了收入水平在二者之间的调节作用。主要研究结论如下:

(1)从总体上来看,气候资金对受援国碳排放产生了显著的减排效应。与此同时,受援国收入水平对气候资金的碳排放效应产生了显著的“调节效应”。具体表现为,在受援国收入水平的作用下,气候资金的减排效应随收入水平的提高而呈下降趋势。此外,受援国碳排放还与收入水平存在EKC关系,且受到要素结构、贸易开放水平以及城镇化水平不同程度的正向影响。

(2)以受援国收入水平为门槛变量,气候资金的碳排放效应表现出非线性特征,即气候资金的碳排放效应随受援国收入水平提升呈现出了“由显著减排转不显著增排”的特征,该结论与“调节效应”所得结论相一致。通过门槛回归结果的统计分析还发现,未通过收入水平门槛值的国家主要分布于非洲地区,表明气候资金主要在非洲国家产生了有利的减排效应。

(3)气候资金虽能通过提供减排资源等带来直接的减排量,但还会通过引致增产、挤出减排投资等带来间接的增排量。评估气候资金能否实现碳减排,须同时考虑上述三方面的综合效果。受援国走集约、绿色、低碳的工业化之路,可实现低碳增长与气候资金的协同减排,这将是各受援国实现碳减排并落实国家自主贡献的重要途径之一。

6.2 政策启示

根据本文所得结论,结合气候资金现阶段发展状况,提出如下政策启示:

(1)积极敦促发达国家切实履行相关气候资金承诺,整合多渠道气候资金以实现应对气候变化的组合效应。气候资金总体上发挥出了减排效应,反映出积极推动发达国家履约的必要性。为获取更加充足的气候资金,需要敦促发达国家以公共资金的方式按期履约,这也符合中国针对COP25的基本立场与主张。与此同时,还需通过动员民间社会、私人部门、地区政府积极参与应对气候变化以及推动全球碳市场建设等来增加气候资金的总量,以发

挥出多渠道气候资金的组合效应。例如,在绿色气候基金(GCF)下开设私人部门机制(PSF),能够撬动更多的私人资本进入气候资金领域^[10]。

(2)充分关注气候资金通过引致增产、挤出效应而产生的增排效应,推动受援国低碳经济增长,形成气候资金与本国低碳增长的协同减排机制。气候资金的减排效应随受援国收入水平提高而逐渐降低的本质原因在于受援国的经济结构并不低碳。如果受援国能够在低碳经济发展基础上接受气候资金,那么其潜在的增排效应会减弱甚至消失,进而有助于发挥出气候资金理应存在的减排效应。南非在低碳经济发展前提下更好地利用气候资金进行气候治理既是一个例证^[44]。对此,气候资金应向低碳发展的国家倾斜以促进协同减排。

(3)中国在积极开展应对气候变化南南合作的同时,也不能忽视气候资金对中国的减排贡献。中国现阶段通过推动气候变化南南合作获得了包括联合国在内的多方关注和赞赏,同时也取得了一定的合作进展。然而,作为最大的发展中国家,中国同样也享有资金受助权,这也正是中国在2019年参与联合国气候行动峰会时所持的重要立场。与其他发展中国家一样,中国也应是气候资金的受益者,但需以实现低碳的经济发展方式为前提。所以,中国在积极协助其他发展中国家应对气候变化的同时,仍需借助来自发达国家的气候资金实现国内更高水平的碳减排,这才是中国兼具双重身份参与全球气候治理的有效途径,也符合构建人类命运共同体的发展理念。

参考文献(References):

- [1] 萧凌波,闫军辉. 基于地方志的1736-1911年华北秋粮丰歉指数序列重建及其与气候变化的关系[J]. 地理学报, 2019, 74(9): 1777-1788. [Xiao L B, Yan J H. Reconstruction of poor/bumper autumn harvest index series based on historical chorography and its relationship with climate change in North China from 1736 to 1911[J]. Acta Geographica Sinica, 2019, 74(9): 1777-1788.]
- [2] 冯琳,庞玉亭,钟琪,等. 1980-2016年气候变化对湖南省农业产量的影响[J]. 资源科学, 2019, 41(3): 582-590. [Feng L, Pang Y T, Zhong Q, et al. Impacts of climate variability on crop yields in Hunan Province during 1980-2016[J]. Resources Science,

- 2019, 41(3): 582–590.]
- [3] Michetti M, Pinar M. Forest fires across Italian regions and implications for climate change: A panel data analysis[J]. *Environmental and Resource Economics*, 2019, 72(1): 207–246.
- [4] 吴卓, 戴尔阜, 林媚珍. 气候变化和人类活动对南方红壤丘陵区森林生态系统影响模拟研究: 以江西泰和县为例[J]. *地理研究*, 2018, 37(11): 2141–2152. [Wu Z, Dai E F, Lin M Z. Simulating the effect of climate change and human activities on the forest ecosystem in the hilly red soil region of southern China: A case study in Taihe County, Jiangxi Province[J]. *Geographical Research*, 2018, 37(11): 2141–2152.]
- [5] Friel S. Climate change and the people's health: The need to exit the consumptagenic system[J]. *The Lancet*, 2020, 395(10225): 666–668.
- [6] 王勇, 王恩东, 毕莹. 不同情景下碳排放达峰对中国经济的影响: 基于CGE模型的分析[J]. *资源科学*, 2017, 39(10): 1896–1908. [Wang Y, Wang E D, Bi Y. Impact of a peak in carbon emissions on China's economy in different situations: Analysis based on CGE model[J]. *Resources Science*, 2017, 39(10): 1896–1908.]
- [7] IPCC. Special Report on Global Warming of 1.5 °C [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2018.
- [8] 中国清洁发展机制基金管理中心. 气候变化融资[M]. 北京: 经济科学出版社, 2011. [China Clean Development Mechanism Fund Management Center. *Climate Change Financing*[M]. Beijing: Economic Science Press, 2011.]
- [9] Buchner B, Falconer A, Hervé-Mignucci M, et al. The Landscape of Climate Finance[R]. Venice: Climate Policy Initiative, 2011.
- [10] 刘倩, 粘书婷, 王遥. 国际气候资金机制的最新进展及中国对策[J]. *中国人口·资源与环境*, 2015, 25(10): 30–38. [Liu Q, Zhan S T, Wang Y. Global climate finance architecture and the countermeasure of China[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2015, 25(10): 30–38.]
- [11] Michaelowa A, Michaelowa K. Coding error or statistical embellishment? The political economy of reporting climate aid[J]. *World Development*, 2011, 39(11): 2010–2020.
- [12] Halimanjaya A, Papyrakis E. Donor Characteristics and the Supply of Climate Change Aid[R]. DEV Working Paper 42, 2012.
- [13] Betzold C, Weiler F. Allocation of aid for adaptation to climate change: Do vulnerable countries receive more support?[J]. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 2017, 17(1): 17–36.
- [14] Hof A F, Den Elzen M G J, Beltran A M. Predictability, equitability and adequacy of post-2012 international climate financing proposals[J]. *Environmental Science & Policy*, 2011, 14(6): 615–627.
- [15] Zou S Y, Ockenden S. What Enables Effective International Climate Finance in the Context of Development Co-operation?[R]. OECD Development Co-operation Working Paper 28, 2016.
- [16] Banga J. The green bond market: A potential source of climate finance for developing countries[J]. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 2019, 9(1): 17–32.
- [17] Buso M, Stenger A. Public-private partnerships as a policy response to climate change[J]. *Energy Policy*, 2018, 119: 487–494.
- [18] 陈兰, 张黛玮, 朱留财. 全球气候融资形势及展望[J]. *环境保护*, 2019, 47(1): 35–40. [Chen L, Zhang D W, Zhu L C. Global climate finance: An overview and outlook[J]. *Environmental Protection*, 2019, 47(1): 35–40.]
- [19] Daskalakis G. Temporal restrictions on emissions trading and the implications for the carbon futures market: Lessons from the EU emissions trading scheme[J]. *Energy Policy*, 2018, 115: 88–91.
- [20] Zhong H L, Hu Z W, Yip T L. Carbon emissions reduction in China's container terminals: Optimal strategy formulation and the influence of carbon emissions trading[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2019, 219: 518–530.
- [21] 齐绍洲, 张振源. 碳金融对可再生能源技术创新的异质性影响: 基于欧盟碳市场的实证研究[J]. *国际金融研究*, 2019, (5): 13–23. [Qi S Z, Zhang Z Y. Research on the heterogeneity influence of carbon finance on renewable technology innovation: Evidences from EU ETS[J]. *Studies of International Finance*, 2019, (5): 13–23.]
- [22] Wu J, Tang L C, Mohamed R, et al. Modeling and assessing international climate financing[J]. *Frontiers of Earth Science*, 2016, 10(2): 253–263.
- [23] Carfora A, Ronghi M, Scandurra G. The effect of climate finance on greenhouse gas emission: A quantile regression approach[J]. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 2017, 7(1): 185–199.
- [24] Carfora A, Scandurra G. The impact of climate funds on economic growth and their role in substituting fossil energy sources[J]. *Energy Policy*, 2019, 129: 182–192.
- [25] 王文娟, 余群芝. 气候援助与受援国二氧化碳排放: 理论机制和基于中国省际面板数据的实证研究[J]. *生态经济*, 2018, 34(6): 21–27. [Wang W J, She Q Z. Climate aid and the carbon dioxide emissions of recipient countries: The theoretical mechanism and empirical research based on Chinese provincial panel data[J]. *Ecological Economy*, 2018, 34(6): 21–27.]
- [26] 余群芝, 吴肖丽. 能源援助对受援国碳排放的影响研究: 基于亚洲26国的实证分析[J]. *生态经济*, 2019, 35(11): 13–20. [She Q Z, Wu X L. Effects of energy-related aid on carbon emissions in recipient countries: An empirical analysis of 26 countries in Asia[J]. *Ecological Economy*, 2019, 35(11): 13–20.]
- [27] Bhattacharyya S, Intartaglia M, McKay A. Does energy-related aid affect emissions? Evidence from a global dataset[J]. *Review of De-*

2020年6月

- velopment Economics, 2018, 22(3): 1166–1194.
- [28] Boly M. CO₂ Mitigation in Developing Countries: The Role of Foreign Aid[R]. CERDI Working Paper, 2018.
- [29] Chung Y W, Shin K N, Sohn S H. The effects of climate technology-related development finance on greenhouse gases reduction[J]. Korea and the World Economy, 2018, 19(2): 105–135.
- [30] Michaelowa A, Michaelowa K. Does Human Development really Require Greenhouse Gas Emissions?[A]. Palosuo E. Rethinking Development in A Carbon-Constrained World: Development Cooperation and Climate Change[M]. Helsinki: Ministry for Foreign Affairs of Finland, 2009.
- [31] Dinda S. Environmental Kuznets curve hypothesis: A survey[J]. Ecological Economics, 2004, 49(4): 431–455.
- [32] 占华. 收入差距对环境污染的影响研究: 兼对“EKC”假说的再检验[J]. 经济评论, 2018, (6): 100–112. [Zhan H. The effect of income inequality on environmental pollution: Reassessment of the Environmental Kuznets Curve of China[J]. Economic Review, 2018, (6): 100–112.]
- [33] Antweiler W, Copeland B R, Taylor M S. Is free trade good for the environment?[J]. American Economic Review, 2001, 91(4): 877–908.
- [34] Shuai C Y, Shen L Y, Jiao L D, et al. Identifying key impact factors on carbon emission: Evidences from panel and time-series data of 125 countries from 1990 to 2011[J]. Applied Energy, 2017, 187: 310–325.
- [35] 王少剑, 苏泳娴, 赵亚博. 中国城市能源消费碳排放的区域差异、空间溢出效应及影响因素[J]. 地理学报, 2018, 73(3): 414–428. [Wang S J, Su Y X, Zhao Y B. Regional inequality, spatial spillover effects and influencing factors of China's city-level energy-related carbon emissions[J]. Acta Geographica Sinica, 2018, 73(3): 414–428.]
- [36] Miller D C. Explaining global patterns of international aid for linked biodiversity conservation and development[J]. World Development, 2014, 59: 341–359.
- [37] Halimanjaya A. Climate mitigation finance across developing countries: What are the major determinants?[J]. Climate Policy, 2015, 15(2): 223–252.
- [38] 林伯强, 邹楚沅. 发展阶段变迁与中国环境政策选择[J]. 中国社会科学, 2014, (5): 81–95. [Lin B Q, Zou C Y. Changes in developmental stage and environmental policy options in China[J]. Social Sciences in China, 2014, (5): 81–95.]
- [39] Pata U K. The effect of urbanization and industrialization on carbon emissions in Turkey: Evidence from ARDL bounds testing procedure[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2018, 25(8): 7740–7747.
- [40] 范建双, 周琳. 城镇化及房地产投资对中国碳排放的影响机制及效应研究[J]. 地理科学, 2019, 39(4): 644–653. [Fan J S, Zhou L. The mechanism and effect of urbanization and real estate investment on carbon emissions in China[J]. Scientia Geographica Sinica, 2019, 39(4): 644–653.]
- [41] Hansen B E. Threshold effects in non-dynamic panels: Estimation, testing, and inference[J]. Journal of Econometrics, 1999, 93(2): 345–368.
- [42] Schweinberger A G, Woodland A D. The short and long run effects of tied foreign aid on pollution abatement, pollution and employment: A pilot model[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2008, 55(3): 310–325.
- [43] Eyckmans J, Fankhauser S, Kverndokk S. Development aid and climate finance[J]. Environmental and Resource Economics, 2016, 63(2): 429–450.
- [44] Zadek S. Beyond climate finance: From accountability to productivity in addressing the climate challenge[J]. Climate Policy, 2011, 11(3): 1058–1068.

Effects of climate finance on carbon emissions in recipient countries

SHE Qunzhi, WU Xiaoli, PAN An

(School of Economics, Zhongnan University of Economics and Law, Wuhan 430073, China)

Abstract: In the context of increasingly more countries actively advocating and investing in global climate governance actions, accurately examining the carbon emission effect of climate finance is of great significance for promoting sustained assistance from developed countries, laying out the post-2020 climate action, and building a community with a shared future for mankind. Based on the AidData, OECD-DAC CRS, and WDI database, this study obtained a national panel dataset of 77 recipient countries from 1980 to 2014. By constructing static and dynamic panel models, a moderating effect model, and a panel threshold model, this study investigated the impact of global climate finance on carbon emissions of recipient countries, and tested the moderating effect of income level between the above two. The results show that: (1) In general, climate finance had a significant negative impact on recipient countries' carbon emissions, and the income level of recipient countries had a significant moderating effect on the carbon emission effect of climate finance. (2) With the increase of recipient countries' income level, the carbon emission effect of climate finance shows a nonlinear characteristic of "from significant carbon reduction to insignificant carbon increase effect". The recipient countries that achieved carbon reduction were mainly a few African countries. (3) To evaluate whether climate finance can achieve carbon reduction effect, the interaction between climate finance and recipient countries' production and investment needs to be taken into account. Based on the above results, this study provided policy implications in terms of actively urging the implementation of relevant climate finance commitments, promoting low-carbon economic growth in recipient countries, and fully engaging in global climate governance through China's dual identity.

Key words: climate finance; carbon emissions; income level; moderating effect; threshold effect; global climate governance; recipient countries