

全球化背景下金融科技对生态承载力的影响*

赖俊明¹ 陈悦嫣²

(1.中国计量大学现代科技学院,浙江 金华 322000;
2.杭州市数字经济与产业创新发展研究中心,浙江 杭州 310018)

[摘要]在全球气候变化与可持续发展目标的双重压力下,厘清经济发展、资源利用与全球化进程对生态承载力的动态影响机制成为学术界与政策界的核心议题。尽管既有研究对经济增长与环境关系的讨论已形成一定共识,但新兴变量(如金融科技)的作用机制、数据分布异质性对因果关系的潜在影响,以及全球化与自然资源开发在生态承载力中的角色争议仍存较大探索空间。为此,基于1991—2022年我国省级面板数据,通过扩展的LLC方程与分位数变体分析方法,结合横截面依赖性检验、面板协整及半面板Jackknife (HPJ) Wald因果测试,研究发现:第一,人均GDP与生态承载力的关系呈现显著的分布异质性,在25%与50%分位数上表现为倒U型曲线,挑战了传统U型环境库兹涅茨曲线的普适性,表明中等收入阶段可能成为生态压力加剧的关键转折点;第二,自然资源租金与全球化指数每提升1%,分别导致生态承载力下降0.32%和0.18%,而金融科技发展则通过技术创新与绿色金融渠道产生0.25%的正向促进效应,证实技术驱动型经济模式对生态修复的积极作用;第三,格兰杰因果检验揭示生态承载力与人均GDP、GDP²及金融科技存在双向反馈机制,而全球化则呈现单向促进效应,说明生态治理需关注变量间的动态耦合关系。深入揭示了经济、自然资源与金融科技等多重因素对生态承载力的复杂作用机制,为绿色金融与可持续发展的实践提供了崭新的理论支撑与实践指导。

[关键词]金融科技 自然资源租金 全球化 生态承载力

[中图分类号] F274 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 2096-983X(2025)03-0073-12

一、引言

全球环境当前正遭遇前所未有的挑战,其严峻程度迫切要求国际社会采取紧急且高效的行动,以防止更多灾难性后果的发生。这一紧迫性在近期的一系列科学研究中得到了充分的凸显。Kang^[1]、任大伟等^[2]的研究成果均指出,环境退化的负面影响已在全球范围内显著显现,对地

球生态系统构成了重大威胁。环境污染的扩大,特别是那些与可持续发展目标(SDG)实现紧密相关的污染问题,尤为引人关注。现有研究表明,生态退化的加剧会严重阻碍多个可持续发展目标的实现。鉴于降低污染水平已成为全球多个经济体的主要优先事项,学者们一直在努力评估环境退化的预测因素,以期找到有效的应对措施。了解生态损害的来源和驱动因素,对于推

收稿日期:2024-10-09;修回日期:2025-03-05

*基金项目:浙江省软科学项目“低碳能源技术研发网络:涌现机理、演化路径及效应跃升”(2025C35066)

作者简介:赖俊明,副教授,主要从事创新创业与数字化转型研究;陈悦嫣,副教授,主要从事创新创业与数字化转型研究。

进更广泛的可持续性目标至关重要。因此,关于生态可持续性的研究显得尤为重要。在这一背景下,绿色金融作为一种新型金融业态,正逐渐受到全球的关注。绿色金融以促进经济、资源、环境协调发展为目的,旨在为支持环境改善、应对气候变化、节约高效利用资源的经济活动提供金融服务。通过经济手段调节资金流向绿色低碳领域,绿色金融有助于实现产业结构的低碳转型。党的二十届三中全会指出,应积极发展科技金融、绿色金融、普惠金融、养老金融、数字金融,并加强对重大战略、重点领域、薄弱环节的优质金融服务。^[3]其中,绿色金融作为一种创新的金融模式,正逐渐成为应对环境挑战的重要工具。其通过提供绿色融资和可持续扩张的金融工具,如碳信用交易、绿色债券和可再生能源贷款等,促进了低碳经济的发展。

在探讨环境问题的同时,金融科技的发展也不容忽视。过去十年中,金融科技显著重塑了金融和商业格局,融入了加密货币、区块链、移动支付、网上银行等多种元素。刘金科等的研究指出,金融科技因其扩大金融可及性、民主化金融服务和促进经济发展的潜力而受到广泛认可^[4]。在应对气候变化方面,金融科技展现出了独特的优势。例如,通过碳信用交易和绿色债券等工具,金融科技促进了绿色融资和可持续扩张。Monggo等的研究进一步强调了金融科技在提升能源效率方面的潜力,这对于应对气候变化具有重要意义^[5]。然而,金融科技的发展并非没有代价。与金融科技相关的基础设施和设备需要高能耗,电子废物中的有害物质也在迅速积累。当这些电子废物被焚烧或在垃圾填埋场分解时,会释放有毒化学物质,增加碳排放。此外,金融科技使用的数据中心、高速互联网和云计算也放大了能源消耗和碳排放。因此,在推动金融科技发展的同时,也需要关注其带来的环境影响,并采取相应的措施予以应对。自然资源租金的存在,作为影响环境质量的另一个重要因素,其影响具有双重性。一方面,自然资源租金可能为环境保护提供投资来源。当政府将部分资源收益用于

支持环境项目时,这一积极影响更为显著^[6]。另一方面,过度依赖自然资源租金可能导致有害环境的行为,如过度开采和污染。此外,过度依赖自然资源还可能导致对其他经济部门的忽视,从而引发环境退化和生物多样性丧失^[7]。因此,有效管理自然资源租金对于最小化不利影响并优化对环境质量的积极影响至关重要。全球化的环境影响同样是一个重要的研究领域,一方面,全球化程度的提高与环境危害的减少相关。全球化对公司施加了严格的环境法规,从而降低了其污染水平^[8]。另一方面,全球化程度的提高导致了环境质量下降。全球化促进了更多公司扩大业务和提高生产水平,生产激增与能源需求增加相关联,从而放大了能源消耗,导致环境退化^[9]。鉴于上述背景,评估金融科技、自然资源租金、经济增长和全球化对我国生态保护的影响显得尤为重要。本研究一是通过深入评估金融科技对生态保护的作用,为制定金融科技与生态保护相协调的政策提供了科学依据;二是通过探讨自然资源租金对生态完整性的双重作用,为资源开发与生态保护之间的平衡提供了理论支持;三是通过评估负载容量曲线(LCC)假设的有效性,并展示收入与LCF之间的U形关系,为评估我国经济体的环境绩效和实现可持续发展目标提供了新的视角和工具。

二、文献综述

在当前我国环境退化的复杂背景中,三个核心因素相互交织,共同构成了环境挑战的重要维度。首先,自然资源的过度开采作为直接驱动力,显著加剧了我国环境的恶化态势。这种无节制的资源攫取不仅导致资源枯竭,还严重破坏了生态平衡,使得环境问题日益凸显。与此同时,全球化进程以其独有的方式对我国环境产生了深远影响。随着全球贸易和投资的加速流动,资源在全球范围内进行重新配置,产业转移也随之发生。这一过程中,虽然带来了经济增长的机遇,但也加剧了环境污染和生态破坏的风险,使

得我国环境面临更为严峻的挑战。此外,金融科技的发展作为新兴力量,对我国环境退化的影响不容忽视。金融科技通过改变资金流向、优化投资决策,以及推动环保技术的创新与应用,间接地对环境产生显著影响。一方面,它为绿色投资提供了新渠道,有助于促进环保产业的发展;另一方面,若缺乏有效监管和引导,也可能导致资金流向高污染、高能耗的行业,从而加剧环境退化。

(一) 自然资源与环境的关系

自然资源在经济活动中扮演着至关重要的角色,被视为推动经济增长、强化金融体系及提升民众生活质量的强大动力。然而,这一进程的背后,却隐藏着对生态平衡的巨大牺牲,导致了生态恶化和资源枯竭问题的日益严峻。当前学术界关于自然资源利用与生态保护之间相互作用的讨论,呈现出一种复杂而矛盾的图景。一方面,多项研究指出自然资源的不当开发与利用在经济繁荣期加剧了生态衰退。Kapoor等的研究聚焦于北美地区,揭示了自然资源对该区域生态足迹的扩大作用^[10]。秦炳涛等则进一步将视线投向中国西部地区,发现这些地区的生态衰退与自然资源的大量开采密切相关,尤其是传统技术在资源提取和消费过程中的应用,更是加剧了这一问题^[11]。Kannan等在发达国家的研究同样支持了这一观点,指出自然资源对生态足迹的加剧具有强烈影响^[12]。另一方面,也有研究持相反观点,认为自然资源在减轻环境衰退方面能够发挥积极作用。Dias等的研究以巴基斯坦为例,展示了自然资源通过增加可再生能源比例、减少化石燃料使用,从而对环境产生的积极影响^[13]。同样,Sharif等的研究分别证实了自然资源在北欧国家对环境福祉的显著提升作用^[14]。基于上述分析,提出如下假设。

H1: 自然资源的过度开采对我国环境恶化具有显著正向影响。

(二) 全球化与环境的关系

全球化与环境污染之间的联系一直是学术界研究的热点,其中污染避难所假设和污染光

环假设为这一领域提供了两个截然不同的视角。污染避难所假设强调,全球化进程中发展中国家由于环境法规的不完善,成为了外国产业的避风港,进而加剧了环境污染。这一假设认为,尽管这样的产业转移可能短期内促进了经济发展,但长期来看,却对生态环境造成了显著破坏。逯进等的研究支持这一观点,指出全球化在某些情况下加剧了生态衰退^[15]。与污染避难所假设相反,污染光环假设则持乐观态度。该假设认为,全球化推动了环境政策严格的国家吸引更多具有环境责任感的产业,从而减少了污染物排放。Bilgili等的研究指出,不遵守东道国环境法规的企业可能会面临巨额罚款和惩罚,这进一步强化了污染光环假设的合理性^[16]。Trochu等的研究也表明,在新兴经济体中,全球化有助于减少生态退化^[17]。然而,并非所有研究都支持污染光环假设。一些研究报告指出,全球化实际上损害了生态系统的发展,从而为污染避难所假设提供了支持。例如,Yu等的研究均表明,全球化加剧了亚洲的生态衰退^[18]。Rafique等在G7经济体也得出了类似的结论,揭示了全球化对环境的加剧影响^[19]。基于上述分析,提出如下假设。

H2: 全球化进程通过促进资源流动、产业转移等方式,对我国环境退化有显著影响。

(三) 金融科技与环境的联系

全球金融市场的显著增长,在很大程度上得益于金融技术的不断创新,这一变革不仅重塑了行业格局,还对经济与环境产生了深远的影响。金融科技,依托人工智能、移动应用等前沿技术,极大地便利了企业和个人对金融流程的管理。更为重要的是,它展现出利用高科技手段分析废物生成、引导资金流向环保产品的巨大潜力,从而激发了学术界对金融科技与生态可持续性关联研究的浓厚兴趣^[20]。在这一背景下,多项研究成果涌现,为金融科技在推动碳中和方面的作用提供了有力证据。龚星宇等基于2000年至2018年的数据^[21],以及Kar等对1990年至2020年数据的分析,均明确指出金融科技对于金砖国家经济体实现碳中和目标具有不可或缺的意义^[22]。

中国作为金融科技发展的前沿阵地,其研究成果同样支持了这一观点。舒印彪等^[23]、马丽梅等^[24]、胡洁等^[25]的研究,均从不同角度论证了金融科技在推动环境保护方面的重要作用。然而,金融科技与环境之间的关系并非全然积极。Dai等在对比研究中评估了2000年至2019年间金融科技对金砖国家地区碳排放的影响,结果发现金融科技在某种程度上通过提升排放分位数,对环境质量造成了负面影响^[26]。这一负面效应主要源于比特币挖掘过程中消耗的大量能源,尤其是依赖热电厂和煤炭等非可再生能源,导致排放剧增并引发有害污染。因此,尽管金融科技在促进环境保护方面展现出巨大潜力,但其与环境之间的关系仍充满争议。一方面,金融科技通过优化资源配置、提高能效等方式有助于减少环境污染;另一方面,某些金融科技应用,如比特币挖掘,又因能源消耗巨大而加剧了环境问题。这要求在推动金融科技发展的同时,必须充分考虑其环境影响,寻求可持续发展的路径。基于上述分析,提出如下假设。

H3: 金融科技的发展,通过影响资金流向、投资决策及环保技术应用,对我国环境退化具有显著的影响。

(四) 文献述评

对以往相关研究的综合审视揭示,尽管有大量研究聚焦于影响生态质量的关键因素,但在探讨金融科技、自然资源与全球化如何协同作用于我国区域环境问题方面,研究显著不足。鉴于此,本文通过重新审视这三者间的联系,特别是它们在利用先进技术(如MMQR及BSQR方法)减缓生态退化中的潜在作用。传统上,二氧化碳排放常被环境学者用作衡量环境质量的标尺,然而,这一指标被认为过于简化且视野狭窄。相比之下,生态足迹因其涵盖生态损害的六个维度,提供了对环境可持续性的更为全面的评价,反映了人类活动通过自然资源利用对环境的影响。无论是二氧化碳排放还是生态足迹,均侧重于自然需求的考量,忽视了供应侧。因此,采用更为综合的环境评估指标显得

尤为重要。本研究引入了Siche等提出的负载能力因子^[27],以增强分析的全面性。该因子通过整合需求与供应双重视角,为理解环境动态提供了完整的框架。它不仅考虑了生物承载力,还纳入了生态效应,为环境可持续性提供了深刻见解。近年来,负载能力因子作为环境绩效的综合指标,已得到Reddy^[28]、赵震宇等^[29]多位学者的认可。然而,这些研究大多未能充分探讨自然资源、金融科技及全球化在塑造我国负载能力因子中的具体作用,这正是本研究旨在深入探讨的核心议题。

三、模型构建与数据来源

(一) 实证模型的构建

环境衰退的根源可追溯至人类活动、技术创新及结构性因素的复杂交织。基于此认识,在构建实证调查模型时,纳入了若干关键变量以全面考量。首要关注的是人口增长对环境造成的压力。研究表明,人口扩张与生态系统退化间存在直接关联,这一发现与马尔萨斯的预警相呼应,即无节制的人口增长终将超越地球资源的承载能力,引发生态危机^[30]。此外,模型还整合了Pata等提出的负载容量曲线(LCC)假设^[31],该假设指出,人均收入(GDP)与环境影响的关系随国家经济发展水平而异。具体而言,在经济发展初期,追求收入增长会加剧对自然资源的索取,可能超出生态承载极限。而当收入达到某一临界值后,人均收入的持续增长反而会促使负载容量趋势发生逆转。因此,模型不仅线性地纳入了人均GDP,还考虑了其平方项,以捕捉这种非线性关系。除了上述核心变量,模型还涵盖了金融科技融合程度以及技术进步驱动的全球化影响,这些因素在当今时代尤为重要。同时,认识到自然资源在理解二氧化碳排放动态中的关键作用,模型亦对此给予了充分考虑。综上所述,通过综合这些多维度因素,本研究旨在提供一个更为全面且深入的环境衰退分析框架。基于Burford等的研究^[32],提出以下方程。

$$\ln ELC_{i,t} = \theta_0 + \theta_1 \ln P_{i,t} + \theta_2 \ln GDP_{i,t} + \theta_3 \ln GDP_{i,t}^2 + \theta_4 \ln NR_{i,t} + \theta_5 \ln GLO_{i,t} + \theta_6 \ln FinTech_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

上述方程呈现了一个可测试的STIRPAT-ELC调整模型,强调了生态负载能力(ELC)与经济因素之间的理论假设。变量 P 、 GDP 、 GDP^2 、 NR 、 GLO 和 $FinTech$ 分别代表总人口、人均收入、人均收入的平方、自然资源对经济的贡献、国际一体化和全球化的影响,以及金融领域内技术驱动的创新和改进。函数关系还包括一个误差项、一个横截面国家指数(i)和一个定义所涵盖年份的时间指数(t)。Pata等提出的理论基础^[31]负载容量曲线(LCC)假设表明,随着人均收入的增加,环境退化最初减少然后增加,呈现U型曲线,这在 $\theta_3 > 0$ 时成立。通过对变量采用自然对数形式,获得了参数的弹性估计值,这有助于解释和制定政策。 θ_4 、 θ_5 和 θ_6 的正值和统计显著性分别表明了 NR 、 GLO 和 $FinTech$ 在增强我国生态承载能力方面的独特贡献。

(二) 估计方法

1. 横截面依赖性检验

本研究通过采用Donnelly等建立的横截面依赖性(CD)方法^[33],调查了面板数据集的横截面依赖性特征,表达式如下。

$$\Delta Y_{it} = \omega_i + \rho_i^* Y_{i,t-1} + d_0 \bar{Y}_{t-1} + \sum_{j=0}^p d_{ij} \Delta \bar{Y}_{t-j} + \sum_{j=1}^p c_{ij} \Delta Y_{i,t-j} + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

$$CIPS = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N CADF_i \quad (6)$$

符号 Δ 用于表示差分运算符。感兴趣的变量表示为 Y ,索引 i 从1到 n ,代表所考虑的测量地。同样,索引 t 从1到 T ,代表时间段。随机误差项表示为 ε_{it} 。此外,如前所述,我们提供了CIPS统计量的简化版本,称为CIPS-TR。CIPS-TR中包含了对原始CIPS测试的修改,如下所示。

$$CIPS - TR = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N CADF_i^* \quad (7)$$

本研究在研究中采用CIPS面板单位根测试,以确定数据中是否存在横截面依赖性。对

$$CD = \sqrt{\frac{2}{B(B-B)}} \sum_{n=1}^{B-1} \sum_{m=n+1}^B A_{nm} B_{nm}^2 \rightarrow B(0,1) \quad (2)$$

其中 B_{nm}^2 表示与残差相关的统计量,而“ A ”和“ B ”分别代表时间和横截面的维度。

2. 斜率异质性检验

本研究采用Ciferri等提出的斜率异质性(SLH)技术来解决斜率变化的问题^[34]。典型的SLH框架由方程(3)和(4)说明。

$$\hat{\Delta}_{SH} = (N)^{\frac{1}{2}} (2k)^{-\frac{1}{2}} \left(\frac{1}{N} \bar{S} - k \right) \quad (3)$$

$$\hat{\Delta}_{ASH} = (N)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{2k(T-k-1)}{T+1} \right)^{-\frac{1}{2}} \left(\frac{1}{N} \bar{S} - 2k \right) \quad (4)$$

零假设和备择假设分别是估计的斜率变化量 $\hat{\Delta}_{SH}$ 和与均匀和非均匀斜率系数相结合的修改后的变化量 $\hat{\Delta}_{ASH}$ 。

3. 面板单位根检验

研究采用了多种面板单位根技术,如横截面IPS和截断CIPS(CIPS-TR)的修改版本,该版本对原始CIPS测试进行了某些调整。此外,本研究还采用了Jordan等开发的面板单位根方法^[35],该方法考虑了面板内的结构变化。CIPS的方程表示如下。

于在多个时期内具有变异性和依赖性的面板,采用了Vahdani等的协整检验进行分析^[36],还采用了Jordan等开发的单位根进行数据分析^[35]。

$$CIPS(N, T) = \frac{\sum_{i=1}^N t_i(N, T)}{N} \quad (8)$$

$$X_{it} = D_{it} + \lambda_t' F_t + \lambda_t' \quad (9)$$

在方程(9)中,变量 X_{it} 、 D_{it} 、 F_t 、 λ_t' 用于表示不同的组成部分。 X_{it} 是一个数学表达式,包含多个组成部分,包括 D_{it} 的确定性组成部分、公共组成部分 $\lambda_t' F_t$ 、多项式趋势函数、 $r \times 1$ 公共因子的向

量、因子载荷的向量以及特质误差项。

4. 面板协整检验

为了更深入地理解生态负载能力因子与已确定决定因素之间的关系，本研究调查了面板

$$\Delta Y_{i,t} = \mu'_i d_t + \omega_i (Y_{i,t-1} - \beta'_i X_{i,t-1}) + \sum_{j=1}^k \phi_{ij} \Delta Y_{i,t-j} + \sum_{j=1}^k \gamma_{ij} \Delta X_{i,t-j} + \varepsilon_{i,t} \quad (10)$$

误差修正项中的系数 ω_i 表示向均衡状态修正的速度， $Y_{(i,t)}$ 和 $X_{(i,t)}$ 分别表示因变量和自变量。方程(10)可以得出四个(4)统计量。

$$G_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{\hat{\omega}_i}{se(\hat{\omega}_i)} \quad (11)$$

$$G_a = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{T \hat{\omega}_i}{1 - \sum_{j=1}^k \omega_{ij}} \quad (12)$$

$$P_t = \frac{\hat{\omega}}{se(\hat{\omega})} \quad (13)$$

$$P_a = T \hat{\omega} \quad (14)$$

统计量 G_t 和 G_a 检查特定或所有横截面组内是否存在协整，而统计量 P_t 和 P_a 则分析整个面板是否存在协整证据。

5. 矩估计分位数回归

本研究的主要目标是克服在全面捕捉生态负载能力因子条件分布的多个方面时的局限性。为此，采用了Machado等提出的矩估计分位数回归(MMQR)方法^[37]。这种方法能够有效处理面板分位数模型中的条件效应。

6. 引导同时分位数回归

此外，还采用了引导同时分位数回归(BSQR)技术，该技术使用渐近正态抽样来消除分布的参数约束^[38]。通过运用MMQR和BSQR估计器，可以稳健地考察金融科技、自然资源和全球化对我国生态负载能力因子下分布、中位数分布和上分布的影响。为了估计位置-尺度变异模型的条件分位数 $Q_y(\tau | X_{it})$ ，根据Machado等提出的方法^[37]对方程(1)进行了修改，形成如下方程。

$$Q_y(\tau | X_{it}) = (\beta_i + \delta_i q_i) + X'_{it} \beta + Z'_{it} \gamma q(\tau) \quad (15)$$

函数 $Q_y(\tau | X_{it})$ 表示在给定解释变量 X_{it} 的位

序列之间可能存在的长期共同演化。为了检查变量之间是否存在持久关系，本研究采用了由Donnelly等提出的方法^[33]，该方法考虑了横截面依赖性(CD)的存在。误差修正方程表述如下。

置和尺度下，因变量 Y_{it} 的分位数分布。 X'_{it} 是解释变量的向量。 $\alpha_i(\tau) = \alpha_i + \delta_i q(\tau)$ 表示在 τ 处的分布影响，或对于个体 i 的分位数- τ 固定效应的标量系数。 $q(\tau)$ 的值通过优化一个特定函数来估计，以找到 τ 分位数。

(三) 数据来源和变量选择

采用1991—2022年期间我国30个省(不包括中国香港、中国澳门、中国台湾和西藏自治区)的平衡面板数据集，研究数据来自历年《中国环境统计年鉴》《中国能源统计年鉴》和各省的统计年鉴。表1为主要变量定义表，表2提供了变量定义和基本描述性统计，表3提供了相关矩阵的简洁摘要。在本研究中，我们使用了生态负载能力(ELC)的概念。根据Pata等的定义^[31]，ELC因子表示生物承载能力与生态足迹的比率。

表1 主要变量定义表

变量	定义	度量指标
金融科技	运用科技手段重塑传统金融产品、服务与机构组织的创新金融活动，涉及互联网、云计算、大数据、人工智能等技术在金融领域的应用	主成分分析综合固定宽带订阅(每100人)、互联网使用人口(占总人口的百分比)、移动电话订阅(每100人)三个指标得到的综合指标
自然资源	能被人利用的、除人以外的其他生物资源和非生物自然资源	以总自然资源租金(占GDP的百分比)作为度量指标，但该指标主要反映的是自然资源的经济收益，不能完全代表自然资源的总量和质量，未包括未出租的自然资源
全球化	货物与资本的越境流动，以及文化、生活方式、价值观念等精神力量的跨国交流、碰撞、冲突与融合	全球化指数
生态承载力	生物承载能力与生态足迹的比率，反映自然资源的可持续利用程度	生态负载能力=生物承载量除以生态足迹

表2 描述性统计

定义/测量	变量	平均值	最大值	最小值	标准差
总人口	P	39228699	110000000	4300000	26297615
人均GDP(2015年不变价美元)	GDP	4257	13729	1668	2853

(续表)

定义/测量	变量	平均值	最大值	最小值	标准差
总自然资源租金 (占GDP的百分比)	NR	14.56	66.06	0.195	15.767
全球化指数	GLO	56.65	73.35	35.00	9.171
固定宽带订阅 (每100人)					
互联网使用人口 (占总人口的百分比)					
移动电话订阅 (每100人)					
上述三个变量的主成分分析	FinTech	56.696	168.492	0.009	47.969
生态承载力=生物承载量除以生态足迹	ELC	0.386	0.812	0.147	0.145

表3 相关性矩阵

	P	GDP	NR	GLO	FinTech	ELC
P	1.000					
GDP	-0.498	1.000				
NR	-0.484	0.824	1.000			
GLO	0.609	-0.270	-0.492	1.000		
FinTech	0.129	0.098	-0.176	0.697	1.000	
ELC	-0.278	-0.443	-0.466	-0.121	-0.052	1.000

较高的ELC因子意味着更可持续地利用自然资源,表明或生物承载能力增加,或国家消费足迹减少。相反则意味着对生态资源的不可持续开发,表明消费足迹超过了自然资源承载能力。本研究考察了三个政策变量的解释相关性:金融科技、总自然资源租金(占GDP的百分比)和全球化指数、实际人均GDP。

表2提供了描述性统计。全球化指数(GLO)和金融科技指标值较高表明,全球化可能对公司施加了更严格的环境法规,从而导致污染水平降低。然而,这也可以解释为全球化加剧,导致环境质量下降。金融科技的兴起已显著改变了金融和商业格局,将更多资源引向低碳或环境友好的经济活动。表3中呈现了一个相关系数矩阵。显然,ELC变量与所有解释变量均呈现较强的负相关。

四、实证结果与讨论

(一) 初步评估、单位根与协整分析

表4展示了正态性测试结果,表明在样本期间内,我国经济体制中基础变量序列的正态性假设被拒绝。此外,表4的面板A展示了横截面依赖性(CD)测试的结果,表明基础变量间无

CD的假设被拒绝。因此,这些变量的数据序列表现出横截面依赖性。

表5的面板B还展示了斜率系数同质假设下进行的测试结果。Delta统计量及其调整版本表明该假设被拒绝,意味着模型规格的斜率系数表现出异质性。此外,表6基于方差膨胀因子测试证实,模型规格中不存在多重共线性的问题。因此,进行了横截面增强的单位根测试。本研究采用了多种面板单位根程序,包括CD调整后的面板单位根测试以评估面板序列的积分阶数并识别面板序列内可能的结构断点。结果表明,变量在水平和一阶差分形式下均为平稳,表明它们是一阶单整的。

表4 正态性检验

变量	观测值	偏度P值	峰度P值	调整 χ^2	卡方检验P值
偏度和峰度正态性检验					
P	160	0.000	0.635	14.55	0.001
GDP	160	0.000	0.067	22.38	0.000
GDP ²	160	0.000	0.029	26.53	0.000
NR	160	0.002	0.333	9.15	0.010
GLO	160	0.000	0.522	14.01	0.001
FinTech	160	0.000	0.9726	19.11	0.0001
ELC	160	0.464	0.000	16.84	0.000
		W	V	z	z检验P值
Shapiro-Wilk W正态性检验					
P	160	0.853	18.039	6.580	0.000
GDP	160	0.880	14.815	6.132	0.000
GDP ²	160	0.859	17.394	6.497	0.000
NR	160	0.943	6.953	4.411	0.000
GLO	160	0.927	9.028	5.005	0.000
FinTech	160	0.80435	24.062	7.235	0.000
ELC	160	0.968	3.945	3.122	0.001

表5 CD估计值以及斜率异质性检验(SH)

变量	CD检验	P值	平均联合T值	平均P值	平均绝对P值
面板A: CD检验					
P	17.505	0.000	32	0.980	0.980
GDP	14.564	0.000	32	0.810	0.810
GDP ²	14.453	0.000	32	0.810	0.810
NR	5.262	0.000	32	0.290	0.400
GLO	16.754	0.000	32	0.940	0.940
FinTech	16.701	0.000	32	0.93	0.93
ELC	13.722	0.000	32	0.770	0.770
		SH	P值		
面板B: SH检验					
Delta	3.570	0.000			
调整	4.122	0.000			

表6 方差膨胀因子

变量	VIF	1/VIF
GDP	1.363	0.734
GDP ²	1.331	0.751
GLO	2.211	0.452
P	1.060	0.943
FinTech	2.050	0.488
NR	1.050	0.952
平均VIF	9.065	

基于方程(1)进行了协整测试。表7总结的结果显示,对于面板模型规格(P_t 和 P_a 统计量)和横截面单位(G_t 和 G_a 统计量),均拒绝了变量间无协整的零假设。因此,在所有拟合模型中均确认了长期关系的存在,并且使用允许斜率系数同质和异质的MMQR和BSQR估计来计算参数估计值。因此,参数估计值是稳健且可靠的,可用于制定政策决策。

表7 面板协整结果

统计量	Z值	值	P值	稳健P值
G_t	-3.432***	1.388	0.000	0.000
G_a	-9.82***	1.822	0.000	0.000
P_t	-6.009***	0.231	0.000	0.000
P_a	-8.51***	1.194	0.000	0.000

注:括号内标注的(s)代表标准误;***p<0.001; **p<0.010; *p<0.050。下同。

(二) 稳健性检验

表8展示了面板分位数回归模型的结果,该模型展示了在不同分位数(第25、50和75百分位数)下条件生态承载能力的面板分位数结果。

表8 分位数回归估计结果面板(MMQR和BSQR)

变量	位置	尺度	MMQR			BSQR		
			Qtile_25	Qtile_50	Qtile_75	Bsq_25	Bsq_50	Bsq_75
P	-0.438** (0.170)	0.0794 (0.117)	-0.497*** (0.183)	-0.442*** (0.168)	-0.368* (0.205)	-0.101 (0.092)	-0.234 (0.173)	-0.27 (0.171)
GDP	1.257* (0.714)	-1.150*** (0.401)	2.111*** (0.685)	1.319* (0.710)	0.238 (0.907)	-4.537* (2.588)	-2.904 (4.709)	1.899 (3.065)
GDP ²	-0.169* (0.092)	0.150*** (0.052)	-0.280*** (0.087)	-0.177* (0.092)	-0.0361 (0.119)	0.53 (0.350)	0.289 (0.631)	-0.330 (0.427)
NR	0.0318** (0.015)	-0.00259 (0.010)	-0.0337** (0.017)	-0.0320** (0.015)	-0.0295* (0.017)	-0.0664* (0.036)	-0.0797* (0.054)	-0.158*** (0.034)
GLO	-1.480*** (0.191)	0.0973 (0.117)	-1.552*** (0.231)	-1.485*** (0.192)	-1.394*** (0.191)	-1.714*** (0.440)	-1.278** (0.556)	-1.203*** (0.431)
FinTech	0.0147 (0.011)	0.00172 (0.007)	0.0134 (0.012)	0.0146 (0.011)	0.0162 (0.014)	0.0917*** (0.023)	0.107*** (0.039)	0.0813*** (0.025)
常数项	3.033* (1.722)	1.464 (0.988)	1.947 (1.606)	2.955* (1.715)	4.330* (2.230)	12.58** (4.984)	10.13 (8.696)	1.236 (5.060)
观测值	160	160	160	160	160	160	160	160

表8右侧展示了BSQR估计结果,左侧展示了MMQR估计器的结果。从主要政策变量和研究中报告的模型统计显著性开始,收入水平在整个分位数分布中对MMQR和BSQR的影响都是复杂且具有统计显著性的。这揭示了我国发展路径的复杂性。通过利用MMQR并参考图1,人均GDP与生态承载能力之间的关系并非呈U型模式,而是在第25和50百分位数上分别呈现出倒U型模式。这意味着平均而言,收入水平变化1%会导致生态承载能力在第25百分位数上增加2.111%,在第50百分位数上增加1.319%。这表明生态承载能力分布中处于较低分位数的省份逐渐转向环境友好的替代经济活动,从而减少了对生态承载能力的破坏。这一结果证实了收入是环境压力的重要驱动因素。能源密集型商品和服务经济活动的扩张带来的更高收入水平,既降低了环境友好型实践的水平,也加速了这些实践的发展。这与环境库兹涅茨曲线(EKC)假设的技术效应论点相一致。

关于自然资源租金对我国生态承载能力因子的影响,研究发现MMQR和BSQR在不同分位数上均表现出一致且显著的负向关系。估计结果表明,自然资源租金变化1%会导致MMQR的生态承载能力因子减少0.0337%~0.0295%,BSQR则减少0.0664%~0.158%。此外,对于上部分位数样本的参数估计表明,与较低分位数相比,自然资源租金对环境的负面影响更为显著,强化了假设1。

关于全球化指数的影响,MMQR和BSQR估计均显示出具有统计显著性的负向效应。估计结果表明,全球化变化一个单位会导致MMQR的生态承载能力因子恶化1.552%~1.394%,BSQR则恶化1.714%~1.203%。这些结果支持了污染天堂假设,该假设认为全球化导致发展中国家环境监管不力,吸引外国产业进入,从而导致污染增加。这种污染可以各种形式表现,如栖息地破坏、资源竞争或生物多样性下降,导致生态失衡和完整性问题。最终,这可能会超过承载能力因子,对生态系统的健康和功能产

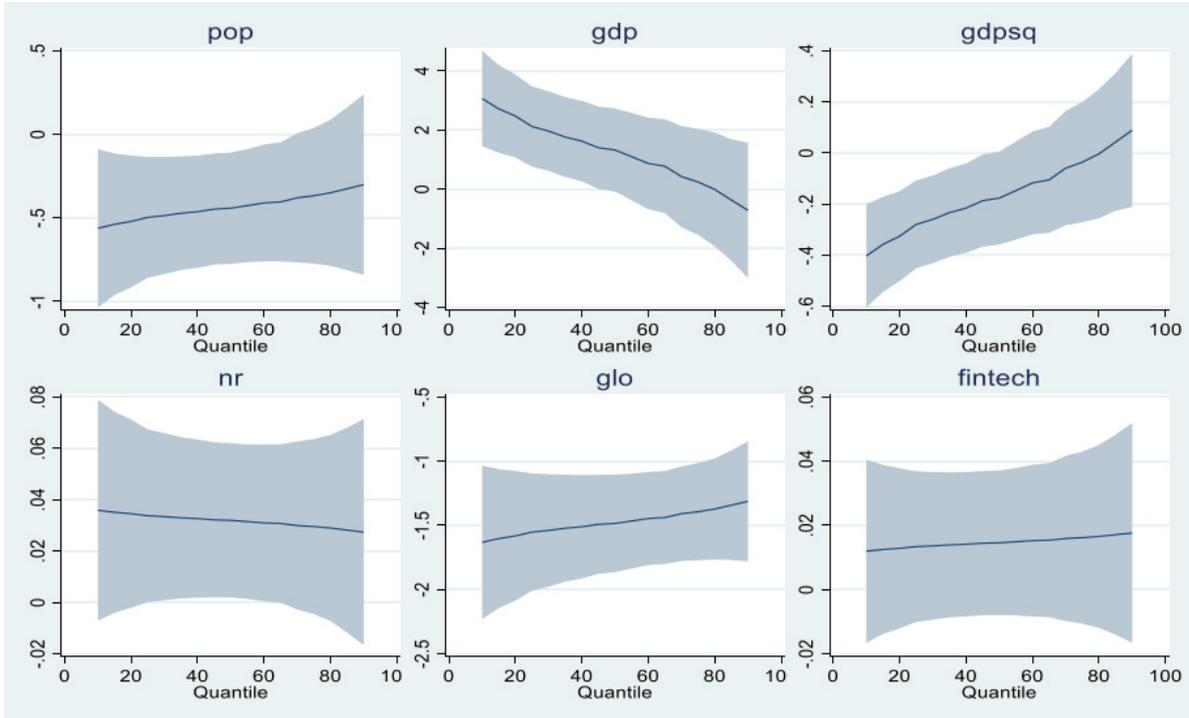


图1 分位数图

生负面影响。但本研究发现，我国金融科技对环境可持续性具有统计显著且有利的影响。更具体地说，对于第25、50和75百分位数，金融科技增加1%与生态承载能力分别提高0.0917%、0.107%和0.0813%相关。这意味着通过利用大数据和机器学习来激励经济主体和小企业采取环保行为，金融科技在促进我国环境友好型实践和投资方面发挥着关键作用。当地金融科技公司正努力提供替代性的“绿色金融体系”，这些体系依赖于技术突破来降低承载能力并提高能源效率，从而维护环境完整性。这些结果与Lisha等的研究结果相悖，他们声称金融科技加速了金砖国家的环境退化。他们认为，用于开采不同类型金融科技的能源中有很很大一部分来自非可再生资源，这对环境产生了不利影响，并降低了生态承载能力^[39]。从更广泛的意义上说，金融科技与环境之间关系的不同观点意味着它可能与死亡率上升、全球变暖和环境退化相关联，研究结论支持了假设3，即金融科技对我国环境退化有显著影响。

(三) 因果关系结果

为了加强本文的研究结果并为环境可持续

性的路径提供政策指导，采用了由Juodis等开发的半面板Jackknife (HPJ) Wald型检验^[40]。HPJ Wald检验采用偏差校正的汇总估计来评估选定协变量对方程的影响，并使用了截面异方差稳健标准误。结果如表9所示，研究了P、GDP、GDP²、NR、GLO和FinTech是否与ELC存在格兰杰因果关系。在这些规范中，HPJ Wald统计量具有统计显著性。此外，面板B中偏差校正的汇总估计的回归输出显示，多元方程的检验结果显著受到P、GDP、GDP²、NR和FinTech过去值的影响。存在ELC与GDP、GDP²和FinTech之间的双向因果关系（如第3、4和7列所示）。另一个值得注意的发现是GLO与ELC之间存在单向正相关关系（如第1列所示）。

表9 JKS 多变量非因果检验

方程	LCF	P	GDP	GDP ²	NR	GLO	FinTech
Panel A: 非因果检验							
	83.309*** (0.000)	13.2611*** (0.000)	281.784*** (0.000)	310.252*** (0.000)	365.774*** (0.000)	87.495*** (0.000)	52.732*** (0.000)
Panel B: 面板JKS估计的选定协变量							
L.P	0.283 (0.262)		-0.119 (0.274)	-0.566 (2.227)	-3.536*** (1.093)	-0.370*** (0.057)	-0.627 (1.152)
L.GDP		-6.009*** (2.040)	-0.244 (0.244)	273.3*** (24.970)	15.79*** (0.964)	1.056*** (0.285)	-7.473 (6.426)
L.GDP ²		0.767*** (0.259)	0.0328 (0.031)	-4.432*** (0.406)	-1.832*** (0.123)	-0.134*** (0.036)	1.107 (0.799)

(续表)

方程	LCF	P	GDP	GDP ²	NR	GLO	FinTech
L.NR	0.0352** (0.005)	0.003*** (0.001)	0.0159*** (0.003)	0.105*** (0.024)		0.00012 (0.005)	0.0513 (0.048)
L.GLO	-0.678*** (0.415)	-0.0744*** (0.027)	0.518*** (0.188)	4.646*** (1.426)	-1.221*** (0.422)		-0.799 (1.144)
L.FinTech	0.0386*** (0.003)	-0.000617 (0.001)	0.0484*** (0.005)	0.334*** (0.039)	0.273*** (0.051)	0.0283*** (0.005)	
LLCF		-0.0155 (0.010)	0.338** (0.148)	2.634** (1.133)	0.279 (0.391)	0.0133 (0.022)	0.421** (0.203)

注：所选协变量不构成格兰杰因果；原假设H0被拒绝；括号内为标准误差。

五、结论及对策建议

在探究1991年至2022年间金融科技、自然资源及全球化对生态承载力影响的深入研究中，采用了扩展的LLC方程作为分析工具，该方程能够充分考虑数据分布特性及因果关系的潜在多向性。为确保研究结果的稳健性和准确性，首先对数据进行了横截面依赖性的验证，并引入进面板单位根测试与协整测试方法。此外，研究还创新性地引入了分位数变体分析以及半面板Jackknife (HPJ) Wald型测试，旨在更精确地验证各变量间的因果关系。研究结果显示，第一，人均GDP与生态承载力之间的关系并非传统预期的U型模式，而是在数据的第25百分位数和第50百分位数处展现出倒U型的特征。这表明，在经济发展的某些阶段，人均GDP的增长可能伴随着生态承载力的先增后减。第二，自然资源租金和全球化与我国生态承载力呈现出显著的负相关关系，意味着自然资源的丰富度和全球化的加深在一定程度上对环境可持续性构成了挑战。相反，金融科技则展现出对环境可持续性的积极且统计上显著的影响，为绿色金融和可持续发展提供了新的视角。第三，因果关系测试进一步揭示了人均GDP、GDP²、自然资源租金、全球化以及金融科技与生态承载力之间存在的格兰杰因果关系。特别地，生态承载力与人均GDP、GDP²以及金融科技之间呈现出双向的因果关系，表明这些因素在相互影响中共同作用于生态承载力的变化。而全球化则与生态承载力之间存在单向的正相关关系，即全球化的推进在一定程度上促进了生

态承载力的提升。

针对我国生态质量面临的挑战，结合研究发现的自然资源、全球化及金融科技对生态环境的影响，提出如下对策建议。

首先，在强化资源管理与生态恢复方面，需构建全方位、精细化的资源管理体系。政策制定者应制定严格的资源开采规划，确保所有开采活动均在环境可承载范围内进行，并对生态敏感区域实施特别保护，限制或禁止此类区域的开采活动。同时，应积极推动生态恢复技术的研发与应用，运用现代科技手段提升恢复效率，并设立专项基金以支持受损生态系统的科学修复，尤其是对生物多样性至关重要的关键生态系统。此外，建立生态补偿机制同样重要，通过经济补偿或生态服务替代，为因资源开采而受损的地区和社群提供必要支持，从而促进生态公平与可持续发展的实现。

其次，推动经济转型与产业升级是缓解生态压力、实现绿色发展的关键所在。政府应明确绿色产业导向，加大对绿色科技、清洁能源及环保产业的投资力度，通过产业政策引导资金流向低耗能、低排放领域。同时，应大力推广循环经济模式，鼓励企业采用资源回收再利用技术，以减少资源消耗和废弃物排放，构建闭环经济体系。为此，政府还需构建完善的产业升级支持体系，涵盖技术创新平台、绿色金融服务和人才培养计划等，为传统产业的绿色转型提供有力支撑。在法规与激励措施方面，应制定并实施一系列具有强烈生态意识的法规，为国内外行业提供明确指导。这包括强化法规执行力度，确保企业严格遵守生态标准，并对违法者实施严厉处罚；同时，探索多元化的激励机制，如碳交易、绿色债券等市场化手段，以鼓励企业主动减排并投资于绿色技术。此外，应积极参与国际环保合作，推动生态标准的国际化对接，分享我国绿色发展的成功经验，与全球伙伴共同应对环境挑战。

最后，为促进金融科技与环保的融合创新，应充分发挥金融科技在推动绿色发展中的积极

作用。政府应鼓励金融科技企业开发针对环保项目的定制化金融产品和服务,以降低绿色项目的融资成本。同时,建立跨界的合作平台,汇聚金融科技、环保团体、政府和研究机构的力量,共享数据资源并协同推进绿色金融项目。利用大数据和人工智能技术分析生态承载力变化趋势,为政策制定和生态管理提供科学依据,并开发基于生态数据的金融产品,引导社会资本流向绿色领域,共同开创绿色金融的新篇章。通过实施这些综合措施,有望有效应对生态挑战,实现经济发展与环境保护的双赢目标。

参考文献:

- [1]KANG N. How virtual clusters affect innovation performance: Evidence from the global hydropower industry[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2022, 352(5): 131554-131570.
- [2]任大伟,侯金鸣,肖晋宇,等. 支撑双碳目标的新型储能发展潜力及路径研究[J]. *中国电力*, 2023, 56(8): 17-25.
- [3]中国共产党第二十届中央委员会第三次全体会议公报[R/OL]. (2024-07-18) [2024-10-01]. https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202407/content_6963409.htm.
- [4]刘金科,肖翊阳. 中国环境保护税与绿色创新: 杠杆效应还是挤出效应[J]. *经济研究*, 2022, 57(1): 72-88.
- [5]MONGO M, BELAÏD F, RAMDANI B. The effects of environmental innovations on CO₂ emissions: Empirical evidence from Europe[J]. *Environmental Science and Policy*, 2021, 118(1): 1-9.
- [6]CHEAH S L Y, HOY P. Effective industrial policy implementation for open innovation: The role of government resources and capabilities[J]. *Technological Forecasting & Social Change*, 2020, 151(3): 119845-119860.
- [7]USMAN M, HAMMAR N. Dynamic relationship between technological innovations, financial development, renewable energy, and ecological footprint: Fresh insights based on the STIRPAT model for Asia Pacific economic cooperation countries[J]. *Pollution Research*, 2021, 28(12): 15519-15536.
- [8]ANWAR A, SIDDIQUE M, DOGAN E, SHARIF A. The moderating role of renewable and nonrenewable energy in environment-income nexus for ASEAN countries: Evidence from method of moments quantile regression[J]. *Renewable Energy*, 2021, 164: 956-967.
- [9]AHMAD M, WU Y. Combined role of green productivity growth, economic globalization, and ecoinnovation in achieving ecological sustainability for OECD economies[J]. *Journal of Environmental Management*, 2022, 302(5): 113980-113995.
- [10]KAPOOR K, BIGDELIAS, DWIVEDI Y K, SCHROEDER A, Beltagui A, Baines T. A sociotechnical view of platform ecosystems: Systematic review and research agenda[J]. *Journal of Business Research*, 2021, 128: 94-108.
- [11]秦炳涛, 彭涪, 葛力铭, 等. 资源依赖、政府廉政水平与绿色技术创新: 来自中国资源型城市的经验证据[J]. *中国环境科学*, 2023, 43(7): 3835-3847.
- [12]KANNAN D, SOLANKI R, DARBARI J. A novel biobjective optimization model for an ecoefficient reverse logistics network design configuration[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2023, 394(2): 112358-112375.
- [13]TOMÁS DIAS SANTANA, BERMEJO P H D S, MOREIRA M F, et al. The structure of an innovation ecosystem: Foundations for future research[J]. *Management Decision*, 2020, 58(12): 2725-2742.
- [14]SHARIF A, KARTAL M T, BEKUN F V, PATA U K, FOON C L, DEPREN S K. Role of green technology, environmental taxes, and green energy towards sustainable environment: Insights from sovereign Nordic countries by CS-ARDL approach [J]. *Gondwana Research*, 2023, 117: 194-206.
- [15]逯进, 王晓飞, 刘璐. 低碳城市政策的产业结构升级效应: 基于低碳城市试点的准自然实验[J]. *西安交通大学学报(社会科学版)*, 2020, 40(2): 104-115.
- [16]BILGILI F, KOÇAK E, BULUT Ü. The dynamic impact of renewable energy consumption on CO₂ emissions: A revisited environmental Kuznets curve approach[J]. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2016, 54: 838-845.
- [17]TROCHU J, CHAANANE A, OUHIMMOU M. A carbon-constrained stochastic model for eco-efficient reverse logistics network design under environmental regulations in the CRD industry [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2020, 245(4): 118734-118750.
- [18]YU H, SOLVANG W D. A carbon-constrained stochastic optimization model with augmented multi-criteria scenario-based risk-averse solution for reverse logistics network design under uncertainty[J].

- Journal of cleaner production, 2017, 164: 1248-1267.
- [19] RAFIQUE M Z, FAREED Z, FERRAZ D, IKRAM M, HUANG S. Exploring the heterogeneous impacts of environmental taxes on environmental footprints: an empirical assessment from developed economies [J]. Energy, 2022, 238(1): 121753-121770.
- [20] 杨浩昌, 李廉水, 张发明. 高技术产业集聚与绿色技术创新绩效[J]. 科研管理, 2020, 41(9): 99-112.
- [21] 龚星宇, 姜凌, 余进韬. 不止于减碳: 低碳城市建设与绿色经济增长[J]. 财经科学, 2022(5): 90-104.
- [22] KAR S K, HARICHANDAN S. Green marketing innovation and sustainable consumption: A bibliometric analysis[J]. Journal of Cleaner Production, 2022, 361(6): 132290-132305.
- [23] 舒印彪, 张丽英, 张运洲, 等. 我国电力碳达峰、碳中和路径研究[J]. 中国工程科学, 2021, 23(6): 1-14.
- [24] 马丽梅, 司璐. 低碳城市与可再生能源技术创新[J]. 中国人口·资源与环境, 2022, 32(7): 81-90.
- [25] 胡洁, 于宪荣, 韩一鸣. ESG评级能否促进企业绿色转型?——基于多时点双重差分法的验证[J]. 数量经济技术经济研究, 2023, 40(7): 90-111.
- [26] DAI S, DU X. Discovering the role of trade diversification, natural resources, and environmental policy stringency on ecological sustainability in the BRICST region[J]. Research Policy, 2023, 52: 103868.
- [27] SICHER, PEREIRA L, AGOSTINHO F, ORTEGA E. Convergence of ecological footprint and emergy analysis as a sustainability indicator of countries: Peru as case study[J]. Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation. 2010, 15 (10): 3182-3192.
- [28] REDDY K N, KUMAR A, CHOUDHARY A. Multi-period green reverse logistics network design: An improved benders-decomposition-based heuristic approach[J]. European Journal of Operational Research, 2022, 303(2): 735-752.
- [29] 赵震宇, 姚舜, 杨朔鹏, 等. “双碳”目标下: 中国CCUS发展现状、存在问题及建议[J]. 环境科学, 2023, 44(2): 1128-1138.
- [30] MARTI J MC, TANCRES J S, SEIFERT R W. Carbon footprint and responsiveness trade-offs in supply chain network design[J]. International Journal of Production Economics, 2015, 166: 129-142.
- [31] PATA U K, KARTAL M T. Impact of nuclear and renewable energy sources on environment quality: Testing the EKC and LCC hypotheses for South Korea[J]. Nuclear Engineering and Technology, 2023, 55 (2): 587-594.
- [32] BURFORD N, A V SHIPILOV, N R FURR. How ecosystem structure affects firm performance in response to a negative shock to interdependencies [J]. Strategic Management Journal, 2022, 43(1): 30-57.
- [33] DONNELLY R, MANOLOVA T S. Foreign location decisions through an institutional lens: A systematic review and future research agenda[J]. International Business Review, 2020, 29(4): 1-15.
- [34] CIFERRI D, D ERRICO M C, POLINORI P. Integration and convergence in European electricity markets [J]. Economia Politica, 2020, 37(2): 463-492.
- [35] JORDAN S, PHILIPS A Q. Cointegration testing and dynamic simulations of autoregressive distributed lag models[J]. Standards in Genomic Sciences, 2018, 18(4): 902-923.
- [36] VAHDANI B, TAVAKKOLI-MOGHADDAM R, JOLAI F. Reliable design of a closed loop supply chain network under uncertainty: an interval fuzzy possibilistic chance-constrained model[J]. Engineering Optimization, 2013, 45(6): 745-765.
- [37] MACHADO J A, SILVA J S. Quantiles via moments [J]. Journal of Economics, 2019, 213(1): 145-173.
- [38] RANJAN A, JHA J K. Pricing and coordination strategies of a dual-channel supply chain considering green quality and sales effort [J]. Journal of Cleaner Production, 2019, 218: 409-424.
- [39] LISHA L, MOUSA S, ARNONE G, MUDA I, HUERTA-SOTO R, SHIMING Z. Natural resources, green innovation, fintech, and sustainability: A fresh insight from BRICS[J]. Resource Policy, 2022, 80(3): 103119-103135.
- [40] JUODIS A, KARAVIAS Y, SARAFIDIS V. A homogeneous approach to testing for Granger noncausality in heterogeneous panels[J]. Empirical Economics, 2021, 60(1): 93-112.

【责任编辑 袁竑源】

(下转第159页)

那霸市史 资料篇,第二卷中三[M]. 那霸:那霸市政府,1970.

[15]安良城盛昭. 天皇 天皇制 百姓 冲绳-从社会构成史研究看社会史研究批判[M]. 东京:吉川弘文馆,1989.

[16]MAYA JASANOFF. Edge of empire: Conquest and collecting in the East 1750-1850[M]. New York: Harper Perennial, 2006.

[17]哈罗德·伊萨克. 群氓之族:群体认同与政治变迁[M]. 邓伯宸,译. 桂林:广西师范大学出版社,2008.

[18]比嘉春潮. 比嘉春潮全集 第五卷[M]. 那霸:冲绳时报社,1973.

[19]上原兼善. 南岛的风土和历史[M]. 东京:山川出版社,1978.

[20]伊波普猷. 琉球史的趋势[M]//伊波普猷全集:第7卷. 东京:平凡社,1974.

[21]伊波普猷. 冲绳历史故事[M]//伊波普猷全集:第2卷. 东京:平凡社,1974.

【责任编辑 袁竑源】

The Edge of Empire: Identity Formation and Its Influence during the Japanese Colonial Rule of Ryukyu

SUN Jiashen & XIANG Jie

Abstract: In 1879, Japan forcibly annexed Ryukyu to set up Okinawa Prefecture, and then began to assimilate the Ryukyu ethnic groups on the edge of the empire into “Yamato-ization” and “Imperialization”, shaping the “Imperial Citizens” under the rule of the Japanese Empire. In the process of ethnic assimilation, the strong ethnic group will impose cultural identity on the weak ethnic group. In the process of constructing the so-called “single-ethnic state myth”, Japan implemented a strict cultural assimilation policy on Ryukyu, controlled education, and transformed social customs. On the other hand, the emphasis was placed on the awareness of difference, and the Ryukyu people, who were located at the southern tip of the Japanese archipelago, were instilled with the idea that they were “second-class citizens” who defended the Japanese mainland, thus forming a relatively deformed assimilation model. The consequence of this relatively deformed assimilation model was that the Ryukyu people were eager to be accepted by the Yamato people, but at the same time, due to discrimination and oppression, they advocated “individuality theory”, thus forming a complex ethnic identity consciousness.

Keywords: Japan; Ryukyu; yamatoization; imperialization; identity shaping

(上接第84页)

The Impact of Fintech on Ecological Carrying Capacity in the Context of Globalization

LAI Junming & CHEN Yueyan

Abstract: Utilizing China’s provincial panel data (1991-2022) and methods including quantile regression, panel cointegration, and semi-panel Jackknife causality tests, this study finds: First, the relationship between per capita GDP and ecological carrying capacity exhibits distributional heterogeneity, showing an inverted U-shape at the 25% and 50% quantiles, challenging the universality of the traditional Environmental Kuznets Curve (EKC) and identifying the middle-income stage as a tipping point for ecological pressure. Second, a 1% increase in natural resource rents and globalization index reduces ecological carrying capacity by 0.32% and 0.18%, respectively, while fintech development demonstrates a 0.25% positive effect via technological innovation. Third, bidirectional causality exists between ecological carrying capacity and per capita GDP (including its quadratic term) and fintech, whereas globalization exhibits unidirectional promoting effects, emphasizing the need to address dynamic coupling mechanisms in ecological governance.

Keywords: fintech; natural resource rents; globalization; ecological carrying capacity