# 碳排放对太平洋岛国旅游韧性的影响机制

## ——基于斐济、萨摩亚等6国的研究

马雨涵，陈永金

（聊城大学地理与环境学院，聊城 252000）

**摘要：**太平洋岛国作为最易受气候变化影响的地区之一，其旅游业发展依赖脆弱的生态环境。为应对碳排放加剧的气候灾害风险，以斐济等6国为样本，基于2000—2023年面板数据，运用熵权法、双向固定效应模型，探讨碳排放对旅游韧性的影响机制。研究发现，韧性呈现波动上升的趋势但空间差异显著，碳排放对于韧性呈现了负向效应且生态赤字起到中介作用。依据研究发现提出相关对策建议。

**关键词：**太平洋岛国；韧性；中介效应

**中图分类号：**F590；X24；F597.8 **文献标志码：**A **文章编号：**1671－1807(2026)09－0139－09

随着全球气候变化问题日益严峻，旅游业作为受自然环境影响最为显著的产业之一，正面临前所未有的挑战，特别是在以生态资源为核心吸引力的太平洋岛国，环境压力正在持续削弱这些国家旅游业的稳定性与可持续性。因此构建旅游韧性是应对风险冲击的重要措施，并受到广大学者的关注。

韧性是指当外部环境发生剧烈变化时，系统能够保持其组织结构不受破坏、功能运行持续稳定的特性，同时还包括系统自我调节与恢复的内在能力。目前对于韧性的探讨大多分为旅游韧性、气候韧性、生态韧性等，对于旅游韧性的研究大多集中于其空间格局演化或某种因素对韧性的影响机制。高原等[1]利用熵权法对黄河流域旅游韧性进行测度并利用了核密度分析、地理探测器分析了该地区的空间变化及影响因子，发现呈现双因子增强与非线性增强的效应。Wang等[2]研究了长江经济带旅游环境系统弹性时空演化及影响因素。方叶林等[3]运用动态模糊集定性比较分析（fuzzy-set qualitative comparative analysis，fsQCA）方法测度了中国3大沿海城市群的旅游韧性的组态效应，得到韧性在不同阶段受到多重因素影响的结论。部分学者对生态旅游韧性进行了研究。李志远等[4]构建旅游韧性体系后利用社会网络分析法测度了中国旅游生态韧性空间关联网络结构，得到生态文明建设与韧性之间存在着显著关联特征的结论；刘玫君等[5]以洞庭湖为研究目标运用因子探测器寻找其影响因素，提出优化生态旅游环境是提高韧性的关键。聂寒玉等[6]利用熵权法、空间自相关等对黄河流域的旅游生态韧性进行测度，并通过障碍度模型寻找其影响因子。Wang等[2]构建长江经济带旅游环境系统韧性发现，不同影响因素对不同城市具有异质性。郭向阳等[7]以驱动力-压力-状态-影响-响应（driving forces-pressure-state-impact-response，DPSIR）模型为框架构建喀斯特生态脆弱区旅游生态系统韧性评价体系，通过地理信息系统（geographic information system，GIS）空间分析技术发现阻碍其韧性提高的主要因子是工业污染源等。除去对于旅游韧性及旅游生态韧性的研究，学者们对特定影响因子对旅游韧性的影响机制也进行了研究。马梦瑶和唐健雄[8]通过空间杜宾模型等测算了中国旅游环境系统韧性对绿色发展效率的影响，发现旅游服务系统等对于绿色效率存在负面效应。高雅丽和王远[9]利用实证分析证明数字经济对旅游业的影响存在中介效应。李志远等[10]运用哈肯模型研究长江经济带旅游生态韧性与效率协同效应，将其分为东中西3大区域且具有一定的异质性。

**收稿日期：**2025-11-20

**基金项目：**国家科技支撑计划（2014BAC15B02）；国家自然科学基金（40871239，40901276）；聊城大学社科项目（321022210，32102915）

**作者简介：**马雨涵（2001—），女，山东聊城人，硕士研究生，研究方向为太平洋可持续发展；通信作者陈永金（1968－），男，山东临沂人，副教授，硕士研究生导师，研究方向为气候变化与生态保护。

上述文献大多对中国整体或大河流域及旅游业较为突出的地区进行了研究，对于小岛屿国家旅游韧性的研究大多利用了案例分析。Möller 等[11]基于访谈和 Facebook 帖子，利用社会中介灾害复原力模型研究斐济灾后社交媒体如何融入旅游韧性建设；Ruiz-Ballesteros 和 del Campo Tejedor[12]对加拉帕戈斯群岛进行民族志案例研究表明，韧性思维对社区旅游的可持续性具有重要的影响；Praptika 等[13]以巴厘岛社会旅游韧性模型为基础，通过定性方法研究社区旅游应对灾害的措施，即通过地方援助、政府贡献等来推动韧性建设；Mirkova 和 Padrón-Fumero[14]通过调研访谈的方法，以“公正转型”为框架研究如何使岛屿旅游经济体从脆弱性转向韧性。

通过梳理前人文献可以发现，对旅游韧性或旅游生态系统韧性的研究大多是对大河流域或城市群以及旅游业较为发达的地区进行空间演化和影响因子的研究，或对某因素对旅游韧性的影响机制进行探索，而对太平洋岛国的旅游韧性的研究较少且大多使用了定性研究的方法，缺少定量研究。

因此，选取斐济、巴布亚新几内亚、汤加、所罗门群岛、萨摩亚和瓦努阿图 6 个具有代表性的太平洋岛国，基于 2000—2023 年的数据，采用熵权法对其旅游产业韧性进行测算，构建双向固定效应模型。结合中介效应分析和异质性分析，测算碳强度、城镇人口增长率等影响因子对旅游韧性的影响机制。

## 1　旅游韧性时空变化

### 1.1　时间变化

基于前人成果，借鉴现有经济系统韧性评价指标体系研究，结合太平洋岛国的现状，综合考虑指标选取的科学性、代表性、可操作性，构建太平洋岛国旅游业韧性评价指标体系，将其分为抵抗力、恢复力、重构力、更新力 4 个维度，共计 11 个二级指标。

通过图 1 可知，2000—2023 年所选研究区旅游业韧性均值整体呈现波动上升的趋势，各个维度均值变化趋势一致，总体均值及抵抗力维度均值增长速度较快，恢复力、重构力、更新力维度均值增长速度则较慢。主要是太平洋岛国长期重视气候变化，持续制定了相关政策，并积极参与国际会议，增强了其应对能力且积累了一部分经验，加强了抵抗力。

其他维度增速较慢，主要是受到岛国地域限制，经济规模较小且部分国家依赖农业、渔业发展，对于旅游设施的恢复仍需依赖其他国家与区域组织的援助且高技能人才较少，难以促进旅游向更高韧性发展。

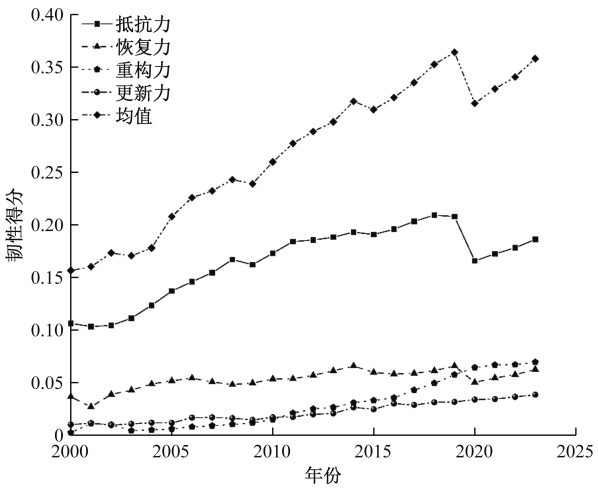



**图 1　2000—2023 年太平洋岛国 6 国旅游业韧性均值及各维度变化**

2019 年后，韧性均值及各个维度呈现不同幅度的下降，太平洋岛国旅游依赖国外市场，全球经济下滑及海关封锁间接导致了游客来源的减少，可达性减弱。2020—2023 年总体均值及抵抗力维度都呈现了较为显著的上升趋势，如所罗门群岛、斐济等国家开始重视发展国内旅游，并对工作人员进行了相关的培训，减弱了市场萎缩带来的负面影响。

### 1.2　指标体系构建及权重分析

#### 1.2.1　指标体系构建

1973 年，Holling[15]将韧性引入生态学研究并将其定义为：当外部环境发生剧烈变化时，系统能够保持其组织结构不受破坏、功能运行持续稳定的特性，同时还包括系统自我调节与恢复的内在能力。旅游韧性是韧性理论在旅游系统中的具体应用，也就是旅游系统面对外界冲击的抵抗能力、恢复能力、重构能力与更新能力。贺小荣同样从抵抗能力、恢复能力、更新能力 3 个维度构建长江经济带的旅游韧性指标体系[16]。

抵抗力维度反映旅游系统在冲击发生初期维持基本运行水平的能力。选取国际旅游入境人数、国际旅游外汇收入等指标，代表了旅游业对外部需求冲击的承受能力；人均 GDP 与居民最终消费支出反映了宏观经济基础及国内需求对旅游业的缓冲作用；总失业人数占劳动力总数比例作为负向指标，反映劳动力市场对旅游业稳定性的影响。

恢复力强调旅游系统在冲击后恢复至之前状

态的能力。对于太平洋岛国而言,航空运输是国际游客进入的主要且唯一方式,航空运输客运量直接影响旅游业复苏速度与规模。医疗支出占 GDP 的比重反映公共卫生体系的承载能力,在气候变暖背景下,对于国家安全稳定的形象有所帮助。

重构力反映的是旅游系统被冲击后的结构调整与功能重塑能力。固定资本消耗反映基础设施更新与资本积累水平,是旅游业转型升级的重要经济基础;使用网络人数所占人口比例反映信息化与数字基础设施水平,在形象建设、市场影响以及了解游客需求提升方面具有重要作用。

更新力强调旅游系统在长期演化过程中通过知识积累与人力资本提升实现持续适应的能力。教育支出代表国家对于教育的重视程度,旅游业想要获得快速发展最重要的是人才。科学技术也可以反映国家创新能力与知识投入水平,对于依赖国际市场的太平洋岛国来说,更新力是提升旅游系统长期韧性的关键基础。

1.2.2 指标权重分析

通过 Stata 软件利用熵权法对 11 个二级指标进行权重计算,结果见表 1。熵权法所确定的指标权重反映的是各指标在样本期内对旅游业韧性差异的相对信息贡献程度,权重值越大,表明该指标在区分不同国家和不同时期旅游业韧性水平方面越具有更强的解释能力。

整体来看,权重值较大的为抵抗力维度中的人均 GDP、总失业人数所占劳动总数的比例,分别为 11.10%、11.00%。这表明在所选取的 6 个太平洋岛国样本中,人均 GDP 指标对旅游业韧性综合水平的区分作用较为显著,说明经济基础较好的国家通常具备更强的旅游业投资能力与抗冲击能力;失业人数占比作为负向指标,其较高权重说明劳动力变化对旅游业韧性波动具有重要影响。

**表 1 太平洋岛国旅游业韧性指标体系及指标权重**

| 一级指标 | 二级指标 | 指标属性 | 权重/% |
|---|---|---|---|
| 抵抗力维度 | 国际旅游入境人数 | 正向 | 9.30 |
| | 人均 GDP | 正向 | 11.10 |
| | 国际旅游外汇收入 | 正向 | 7.60 |
| | 居民最终消费支出 | 正向 | 8.81 |
| | 总失业人数占劳动力总数比例 | 负向 | 11.00 |
| 恢复力维度 | 航空运输客运量 | 正向 | 9.41 |
| | 医疗支出占 GDP 收入比值 | 正向 | 8.65 |
| 重构力维度 | 固定资本消耗 | 正向 | 1.10 |
| | 使用网络人数所占人口百分比 | 正向 | 9.17 |
| 更新力维度 | 科技期刊文章 | 正向 | 8.65 |
| | 教育支出 | 正向 | 6.34 |

在恢复力维度中,权重值较大的为航空运输客运量,达到 9.41%,表明该指标在样本期内对旅游业韧性的贡献较为突出。各个太平洋岛国地理位置独立且分散,游客所能选择的抵达方式大多只能是飞机,各个国家的机场建设与航班数量直接影响外来游客数量,从而影响旅游业的收入与发展。但目前直达航线数量较少,大多只能通过澳大利亚及斐济中转,抵达成本较高,如所罗门群岛直至 2023 年才投入建设第二个国际机场,难以达成大的客运量。

在重构力维度中,使用网络人数权重值达到 9.17%,显示出信息化水平在样本国家旅游业韧性中具有重要贡献作用,使用网络人数所占人口数百分比也直接反映了该国的互联网普及程度。在信息时代下,网络宣传有利于树立本国形象并且对游客有极强的吸引力,同时也可以直接了解游客的需求进行调整。互联网普及程度越高也意味着该国智能化程度越高,游客旅行更为便利。

### 1.3 空间变化

整体来看,2000—2023 年,太平洋岛国旅游业韧性得分呈现“整体上升、双核引领、差异收敛”的空间演化特征(图 2)。其中斐济、巴布亚新几内亚的平均值始终处于高韧性水平范围内,分别为 0.44、0.35,主要原因是两国自然资源禀赋高,如热带海岛景观等都为旅游业的发展提供了基础;另一方面,斐济位于研究区东部、巴布亚新几内亚位于西部,两国在地理空间上对周边国家具有较强的辐射与带动作用;斐济也属于太平洋岛国中经济最发达的国家,其旅游外汇收入常年占 GDP 比重 25% 以上,且处于南太平洋地带的中心地带,是其他国家前往其他岛国的中转地,航空枢纽的地位较为突

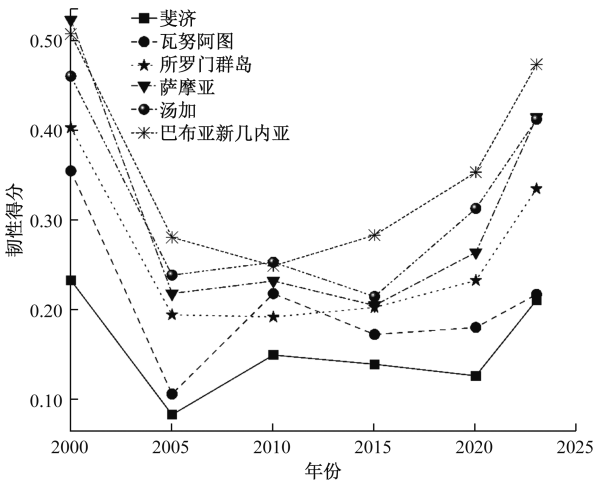



**图 2 研究区韧性得分每 5 年变化情况**

出。其余国家得分处于中等或偏下水平，其均值范围为 0.18～0.23，与斐济等这样的高韧性国家差距则较大。从瓦努阿图、所罗门群岛、萨摩亚、汤加多为群岛结构地理位置分散，当发生气候灾害时，政府与旅游部门的响应速度会较慢，也不利于统一管理、协调发展。这三者韧性得分分别为 0.18、0.22、0.20，其中瓦努阿图虽然均值最低但却是韧性变化最快速的国家，在 2000 年其韧性只有 0.08，到 2023 年已达到 0.28，上升了 250%，且保持了逐年稳定上升的趋势。

所罗门群岛从 2002 年以来韧性得分就始终在 0.20～0.24 浮动，表现出一定的稳定性但也有待进一步提高；萨摩亚同样保持了稳定上升的趋势，且 2000 年韧性得分要比瓦努阿图高 0.05，基础更好且始终保持了稳定上升的趋势，至 2023 年已经达到 0.28；汤加虽然均值不高，为 0.24，但其始终保持稳定上升的趋势，到 2023 年已达到 0.35，表现较为良好。

基于不同国家韧性的特点，应采取差异化、因地制宜的政策措施，既强化高韧性国家的引领和辐射作用，也重点提升韧性较弱国家的基础设施和风险管理能力，以促进当地旅游发展的可持续性。

### 1.4　核密度分析

运用 MATLAB 对研究区内 6 个国家 2000—2023 年的韧性得分均值进行核密度测度（图 3）。可以发现，斐济的韧性得分集中在较高的区间，即 0.40～0.50 的范围内，其分布呈现出一定的集中性，核密度峰值高，且主要处于 2010—2023 年中后期年份的较高得分区间，说明斐济的旅游韧性表现稳定，是区域内韧性表现最优的国家之一；巴布亚新几内亚的得分分布相对均衡，表现出较高的中高得分区密度，其旅游业在较长时间段内保持了相对稳定的发展态势。

斐济与巴布亚新几内亚的峰值集中在 2010 年以后，其韧性水平处于较高水平且变化相对集中。斐济的高韧性表现尤为突出，长期处于区域领先地位，主要是由于斐济在太平洋岛国中属于经济水平较高且旅游业作为其重点发展的产业之一；瓦努阿图峰值出现在右半部分，虽然其起点低，但韧性增长迅速，其在 2019 年发布的《瓦努阿图可持续旅游政策 2019—2030》（*Vanuatu Sustainable Tourism Policy* 2019-2030）中表明要通过旅游促进环境保护、社区赋能、文化传承“三位一体”的可持续发展路径，且通过新西兰、澳大利亚援助，在灾害后重建了基础设施，近年来采取的各项政策取得了良好的效果，是“低起点高增长”的典型代表；所罗门群岛波动较小，说明其旅游韧性稳定但缺乏更高的水平，可能仍受基础设施薄弱、岛屿分散治理困难等制约；而萨摩亚在核密度图中就表现出了缓慢上移、稳定增长的模式，当地制定了一系列政策，如《萨摩亚旅游业规划 2019—2024》（*Samoa Tourism Sector Plan* 2019-2024），着重发展绿色旅游且与澳大利亚合作获得了一定的旅游援助；汤加在近十年韧性增长表现良好，核密度后期抬升的特征明显，

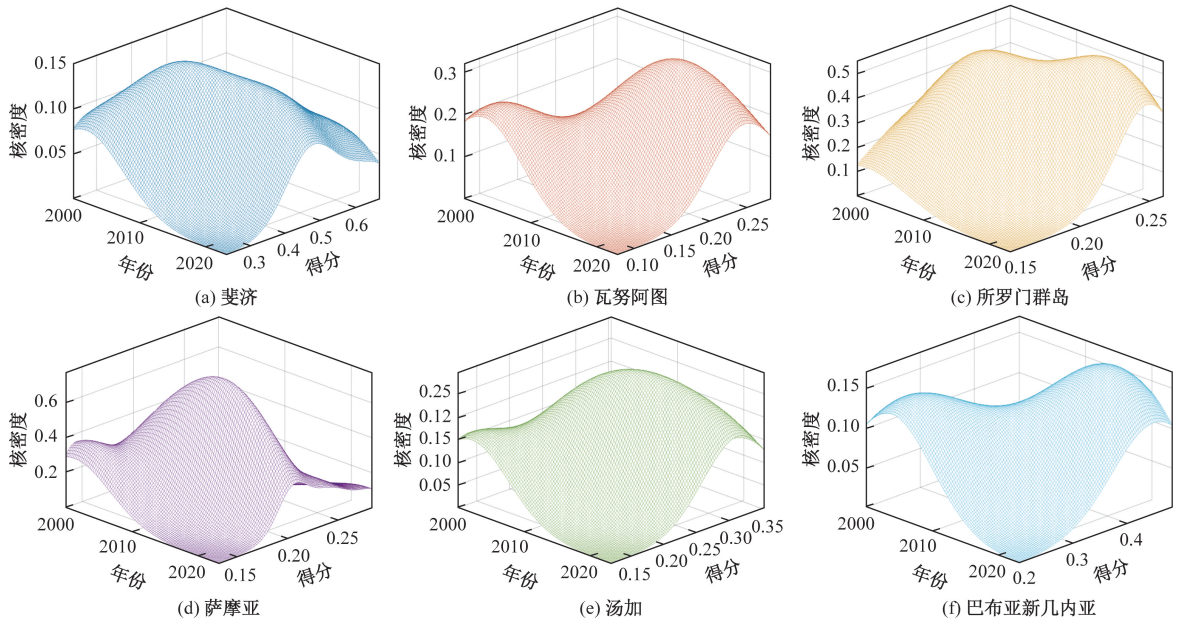



**图 3　2000—2023 年 6 国核密度分析图**

尤其是2023年达到了0.35,表明该国旅游韧性正在向较高方向发展,未来可以发挥更大潜力。

整体来看,6国旅游韧性的空间演化表现出显著差异,斐济与巴布亚新几内亚构成高韧性的核心国家,瓦努阿图和汤加则体现出明显的追赶趋势,萨摩亚稳步上升,所罗门群岛表现稳定但仍需突破。

### 1.5 碳强度变化

碳强度即单位GDP所对应的碳排放量,可以反映经济发展与碳排放之间的耦合关系,是衡量碳排放与经济发展之间关系的关键指标。

碳强度整体下降(图4)。斐济2000—2023年碳强度始终处于较低的水平且始终保持了逐渐下降并趋于稳定的水平,当地水力发电装机容量约为100 MW,占全国总发电量的约20%,高于世界平均水平且服务业占比达到40%,因此碳排放也较少,是研究区内"高旅游韧性-低碳强度"的代表;巴布亚新几内亚在2005年碳强度达到最大值0.267 kg $CO_2$e /2021 PPP MYM of GDP,主要是由于当时参与了多项天然气与铜矿开采项目,如Ok Tedi铜金矿扩产等且进行了大量的森林砍伐导致出现了失衡,但此后便开始逐步下降并且旅游韧性也随之上升;瓦努阿图呈现了缓慢上升的趋势,可能是由于随着生态旅游和中高端度假村的逐步发展,旅游服务供给能耗上升,带动了能源使用的上升,且虽然政府较为重视但企业可能并未进行转型;所罗门群岛在研究期内呈现了逐步下降的趋势,主要是由于当地支柱产业为农业、渔业,且虽近年开始推动旅游业的复苏但发展仍不完善也使其碳强度较低;萨摩亚、汤加则浮动不大,在研究期内保持小幅波动的趋势。

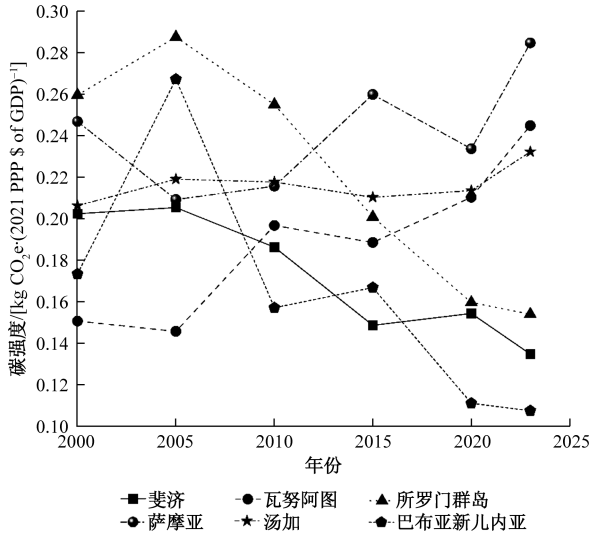



**图4 2000—2023年6国碳强度每5年变化情况**

通过分析碳强度并结合前文对韧性的研究可以发现,二者存在一定的关联,碳强度较低或呈下降趋势的国家旅游韧性得分普遍较高或较为稳定,因此,应结合各国的发展现状制定相关政策,以实现可持续发展的旅游模式。

## 2 实证分析

### 2.1 变量选取

以斐济、瓦努阿图、所罗门群岛、萨摩亚、汤加、巴布亚新几内亚6国为研究区,选取2000—2023年的生态赤字(STCJ)数据作为中介变量,碳强度(TQD)、城镇人口增长率(CZRK)、$PM_{2.5}$排放量($PM_{2.5}$)作为解释变量。数据来源于Global Footprint Network网站、World Bank,缺少的少量数据采用Stata运用线性插值法进行补充。变量解释如图5所示。

生态赤字是指一个地区的生态足迹超过其生态承载力,即其消耗的自然资源 > 其生态系统所能再生的资源量,作为衡量人类活动对生态系统压力的重要指标,能够反映经济发展与生态承载力之间的错配程度。

生态赤字的加剧必然会削弱当地旅游系统的环境基础与恢复能力,影响其在面对自然灾害、气候变化、公共卫生事件等冲击时的韧性表现。因此,将其设定为中介变量,并提出如下假设。

H1:生态赤字会对旅游韧性产生负面作用。

### 2.2 碳排放对太平洋岛国旅游韧性的影响

#### 2.2.1 基准回归分析

为研究碳排放等因素对太平洋岛国的旅游韧

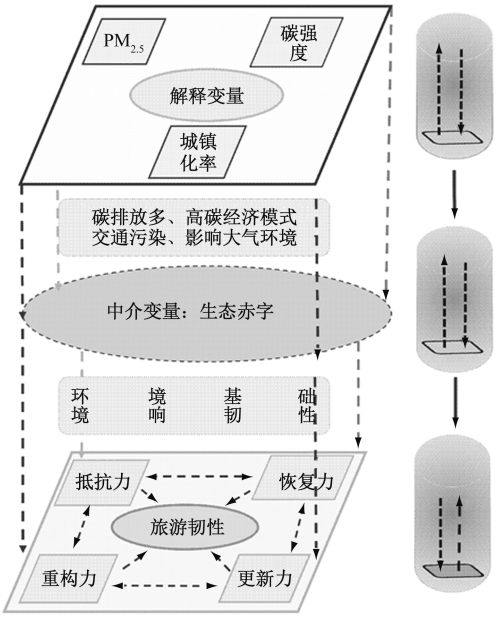



**图5 模型变量解释图**

性的影响，构建如下计量模型：

$$Y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 X_{it} + \beta_1 \text{Controls}_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中：$Y_{it}$为$i$国每年的旅游韧性；$X_{it}$为$i$国每年的碳强度即核心解释变量；Controls为控制变量集；$\alpha_1$、$\beta_1$为变量系数；$\mu_i$为个体固定效应；$\delta_t$为时间固定效应；$\varepsilon_{it}$为随机扰动项；$\alpha_0$为常数项。

首先采用面板混合回归最小二乘法进行回归，不考虑个体与时间差异，初步检验变量的相关性，表2列(1)报告了其结果。可以发现碳强度指标对旅游韧性呈现了显著的负面效应，但由于国家之间存在一定差别，为消除异质性因素的影响，且模型可能存在不随时间变化的个体固定效应，故需进一步检验。经Hausman检验：Prob>chi2=0.005 3，因此选取固定效应模型效果优于随机效应模型，并进一步建立双向固定效应模型，表2列(2)、列(3)显示，碳强度对于旅游韧性的影响表现为显著的负向作用，当碳强度系数提高1%，会负向影响旅游韧性下降−0.424 447 6。碳强度高通常意味着当地依赖高能耗产业，会造成空气质量的恶化和大气结构的变化，加剧温室效应和区域性气候失衡，对于太平洋岛国依赖自然资源发展旅游的国家而言，长期持续保持高碳发展模式，将会极大地削弱发展旅游的基础，影响旅游韧性。

模型结果显示，城镇人口增长率每上升1%，旅游业韧性指数将下降约0.021 9，说明其对韧性存在一定的负向影响。在研究区内，所罗门群岛的城镇人口扩张速度最快，年均增长率保持在4%左右；其次为巴布亚新几内亚和瓦努阿图，年均增长率约为3%。在多数国家，城镇人口逐步增长反映出城镇化进程加速，有助于城市基础设施的完善，进而增强旅游接待能力，对旅游韧性具有潜在的正向作用。但在太平洋岛国这一特殊发展背景下，上述逻辑并不完全成立。

由于多数国家仍处于开发发展阶段，基础设施建设滞后，过快的人口聚集带来了环境压力与资源分配的矛盾，进而对旅游系统构成挑战。尤其是巴布亚新几内亚，森林覆盖率常年保持在78.4%左右，此外萨摩亚的覆盖率在2023年为56.5%且呈现逐渐下降的趋势，斐济的覆盖率为63.5%，呈现缓慢上升的趋势，其他国家则在15%～25%。一方面基础设施落后导致资源未被有效转化为旅游优势，另一方面各个国家极易遭受气候变化的影响，生态环境脆弱，当城镇化过程加速时会砍伐树木等导致当地的自然环境受损，从而影响当地的旅游韧性。

**表2　碳强度对旅游韧性的回归结果**

| 变量 | (1) 面板混合回归最小二乘法 | (2) 固定效应 | (3) 双向固定效应 |
|---|---|---|---|
| lnTQD | −1.591 693 0*** | −0.772 093 8*** | −0.424 447 6*** |
| CZRK | −0.008 205 9 | −0.053 619 8*** | −0.021 869 9** |
| $PM_{2.5}$ | −0.001 178 6 | −0.057 527 9*** | −0.047 576 0*** |
| 常数项 | 0.565 183 6 | 1.309 058 0*** | 0.967 824 9*** |
| Hausman检验 | | $P$=0.005 3*** | |
| $F$ | 0.000*** | 0.000*** | 0.000*** |

注：***、**、*分别表示$P<0.001$、$P<0.01$、$P<0.05$。

$PM_{2.5}$排放量同样对旅游韧性呈现显著的负向效应。各个太平洋岛国，工业化程度并不高，但除去萨摩亚工业年均增长率为−0.28%，其他国家中瓦努阿图、巴布亚新几内亚的年均增长率分别为5.43%、4.68%，为研究区内最高，剩余国家保持在2.0%～3.4%，逐步呈现上升趋势。说明太平洋岛国正处于工业化初期阶段，能源结构和排放控制机制尚不完善，$PM_{2.5}$排放造成的影响开始出现。这会直接影响旅游目的地的环境形象和游客体验，特别是在以“环境优美”“海岛度假”为主要吸引力的太平洋岛国，优良的自然环境和良好的空气质量是当地旅游业核心竞争力之一。$PM_{2.5}$的持续上升可能削弱当地旅游的吸引力，也影响了旅游系统的恢复力和重构力，抑制了游客到访意愿，延长了灾后恢复期，进而降低整个系统的韧性水平。

2.2.2　稳健性检验

为检验上述模型结果的稳健性，采用替代核心解释变量的方法进行稳健性检验，将原核心解释变量“碳强度”替换为“人均二氧化碳排放量”。“碳强度”指标虽可衡量经济发展与碳排放之间的关系，但人均二氧化碳排放量更能反映国民整体的碳足迹水平和环境压力。因此，选取此指标替代核心解释变量，可以从人口视角重新衡量碳排放对环境的影响。

结果显示，在只控制国家个体效应的固定效应模型中[表3列(1)]，替代变量的回归方向与主模型相反，主要是由于人均二氧化碳排放量易受人口结构与能源消费行为影响，在未控制年份趋势的情境下，两者对旅游业的影响方向可能出现偏差。

当引入双向固定效应模型即控制国家与年份影响后[表3列(2)]，替代变量的回归系数的方向与主模型保持一致且依然显著，说明模型在控制了年份间宏观冲击如2008年国际金融危机、2015年《巴

**表 3　碳强度对旅游韧性的回归结果**

| 变量 | (1) | (2) |
|---|---|---|
| | 固定效应 | 双向固定效应 |
| lnRJ | 0.165 530 8** | −0.123 520 3** |
| CZRK | −0.075 661 4*** | −0.020 016 7** |
| $PM_{2.5}$ | −0.025 495 6* | −0.037 534 7*** |
| 常数项 | | 0.821 395 9*** |
| *F* 检验 | | 0.000 0*** |

注:RJ 为人均二氧化碳排放量;***、**、* 分别表示 $P<0.001$、$P<0.01$、$P<0.05$。

黎协定》签署、2020 年的新冠疫情影响后,变量对旅游业韧性的真实效应可以得到更加准确地刻画。

因此,可以说明替代变量回归系数方向与显著性基本保持一致,进一步印证了碳排放对旅游韧性的负向作用具有稳定性和广泛适用性。

2.2.3　异质性分析

由于研究区内各个国家状况不一,表现为高韧性、低韧性的水平,因此引入异质性分析,尝试从分组回归的角度探讨碳强度等变量在不同国家类别中的影响机制是否存在差异。依据各国 2000—2023 年旅游韧性的年均值水平,将这些国家划分为两类:①中高韧性国家韧性均值为 0.22～0.44,包括斐济、巴布亚新几内亚、汤加、所罗门群岛;②低韧性国家韧性均值为 0.20 以下,包括瓦努阿图、萨摩亚。

表 4 显示,各国碳强度对旅游韧性均呈现显著的负向影响,且在中高韧性国家和低韧性国家均保持稳定,说明碳排放强度对旅游业韧性具有一致的抑制作用;$PM_{2.5}$ 对低韧性国家的负向影响显著而在中高韧性国家中虽与主模型方向保持一致,但并不显著,说明对中高韧性国家而言空气污染的影响有所削弱,也有可能与该类国家普遍工业化程度较低、空气质量较好、污染排放变动幅度较小有关,使其在短期内难以对旅游系统形成显著干扰;城镇化人口数量在两个韧性类别中均显著为负,快速城镇化可能带来的环境压力更明显地制约了低韧性国家旅游业的可持续发展。

**表 4　异质性分析结果**

| 变量 | 中高韧性 | 低韧性 |
|---|---|---|
| lnTQD | −0.767 139 2*** | −0.772 093 8*** |
| $PM_{2.5}$ | −0.004 638 5 | −0.057 527 9*** |
| CZRK | −0.021 118 7*** | −0.053 619 8*** |
| 常数项 | 0.969 776 7*** | 1.309 058 0*** |
| *F* 检验 | 56.38*** | 16.24*** |

注:***、**、* 分别表示 $P<0.001$、$P<0.01$、$P<0.05$。

## 2.3　生态赤字的中介效应分析

2.3.1　中介路径回归分析

为进一步探究碳强度如何影响旅游业韧性,引入生态赤字作为中介变量,采用 Sobel-Goodman 中介效应检验方法构建中介效应模型:

$$M=\alpha_0+\alpha_1\ln\mathrm{TQD}+\gamma_1\mathrm{PM}_{2.5}+\gamma_2\mathrm{CZRK}+\varepsilon_1$$

$$Y=\beta+c\ln\mathrm{TQD}+bM+\delta_1\mathrm{PM}_{2.5}+\delta_2\mathrm{CZRK}+\varepsilon_2 \quad (2)$$

式中:$M$ 为中介变量;$\alpha_0$、$\beta$ 为常数项;$\alpha_1$、$\gamma_1$、$\gamma_2$、$c$、$b$、$\delta_1$、$\delta_2$ 为系数;$\varepsilon_1$、$\varepsilon_2$ 为随机误差项。

表 5 显示,在不控制中介变量的基础上也就是路径 c,碳强度对旅游韧性的影响显著为负,说明碳强度的上升对旅游业韧性具有显著的抑制效应;当引入生态赤字作为中介变量后,碳强度对生态赤字的影响显著为正,说明碳强度的上升会显著加剧生态赤字水平,即碳排放与生态资源透支之间的关系是紧密关联的;而生态赤字对旅游业韧性的影响显著为负,路径 c′中碳强度对旅游韧性的直接效应亦保持显著为负的水平,说明生态赤字在碳强度与旅游业韧性之间起到部分中介作用。

**表 5　中介效应路径回归结果**

| 路径 | 被解释变量 | 主要解释变量 | 回归系数 | *P* |
|---|---|---|---|---|
| c | *Y* | lnTQD | −1.965 9*** | 0.000 |
| a | lnSTCJ | lnTQD | 8.332 0*** | 0.000 |
| b | *Y* | lnSTCJ | −0.066 7*** | 0.000 |
| c′ | *Y* | lnTQD | −1.410 1*** | 0.000 |

注:***、**、* 分别表示 $P<0.001$、$P<0.01$、$P<0.05$。

2.3.2　Sobel-Goodman 中介效应检验

进一步采用 Sobel-Goodman 方法对中介效应的显著性及效应占比进行检验,以验证中介机制的稳健性。表 6 显示,碳强度通过生态赤字间接影响旅游业韧性的效应值为−0.555 8,说明中介效应高度显著,验证了生态赤字的中介路径确实存在。

此外,Goodman 1 与 Goodman 2 方法的检验结果保持一致,进一步增强了中介效应检验结果的稳

**表 6　Sobel-Goodman 中介效应检验结果**

| 变量 | 效应值 | *P* |
|---|---|---|
| 间接效应(a×b) | −0.555 8*** | 0.000 3 |
| 直接效应(c′) | −1.410 1*** | 0.000 0 |
| 总效应(c) | −1.965 9*** | 0.000 0 |
| 中介效应占比/% | 28.27 | |
| 间接/直接效应比值/% | 39.4 | |
| Sobel | −0.556*** | 0.000 3 |
| Goodman1 | −0.556*** | 0.000 3 |
| Goodman2 | −0.556*** | 0.000 2 |

注:***、**、* 分别表示 $P<0.001$、$P<0.01$、$P<0.05$。

健性。综上，生态赤字在碳强度影响旅游业韧性过程中起到了显著的中介作用，验证了假设H1。

## 3 结论与建议

### 3.1 结论

以斐济、萨摩亚、汤加、瓦努阿图、所罗门群岛和巴布亚新几内亚6个太平洋岛国为研究对象，构建旅游业韧性指标体系，采用线性与非线性的方法系统研究碳排放对旅游韧性的影响机制，得出如下结论。

(1)旅游韧性整体呈上升趋势，但空间差异明显。2000—2023年研究区整体韧性水平呈现波动上升趋势，斐济、巴布亚新几内亚表现出较高的旅游韧性，而所罗门群岛、汤加等国仍处于较低水平，其韧性有待增强。

(2)碳排放对旅游韧性具有显著负面效应，生态赤字发挥中介作用，城镇人口增长率与$PM_{2.5}$排放对旅游韧性产生双重压力，其中$PM_{2.5}$排放对中高韧性国家影响不明显。

### 3.2 对策与建议

#### 3.2.1 强化碳强度治理，构建韧性导向的可持续旅游发展模式

研究发现，有关环境因素的影响因子如碳强度、$PM_{2.5}$等都对当地的旅游韧性影响较大且呈现负面效应，太平洋岛国作为容易遭受气候灾害影响的地区，如果进一步进行高碳排放和环境污染将进一步削弱当地的旅游韧性。各国应优化能源结构与旅游基础服务设施，大力发展清洁能源，如太阳能、风能等，以减少旅游相关配套服务中的碳排放，通过推广“绿色酒店”“绿色交通”等引导旅游产业链向可持续方向转变。

同时，也应对各个企业的碳排放进行严格监督与核算，制定碳排放量目标，鼓励企业自行遵守相关标准，从源头减少排放。各国也应依托太平洋旅游组织、太平洋区域环境规划署等区域组织，加强成员国间绿色转型经验分享与技术合作，通过共建共享，坚持可持续旅游目标，逐步形成具有区域特色和气候适应力的旅游发展模式。

#### 3.2.2 实施差异化发展策略，促进区域合作

研究发现，斐济、巴布亚新几内亚始终保持在高韧性水平且呈现上升趋势，对周边国家可以起到辐射作用，对于斐济、巴布亚新几内亚的中高韧性水平国家已经具备了一定的旅游基础且对可持续旅游等做了一定的探索，可以在此基础上进一步促进当地的旅游低碳基础设施系统升级，如斐济在热门旅游区域建设的“零碳度假村”。也应促进企业利用太阳能供能、光伏供能等新型能源技术，并逐步完善碳足迹核算体系。这些国家还可通过输出成功经验、技术方案和管理制度，对周边国家形成辐射带动效应，成为区域绿色旅游转型的“示范者”。

对于低韧性国家如所罗门群岛等受制于旅游基础设施落后、环境治理能力不足等多重因素，其在碳排放控制、污染防治等方面起步较晚，应借助太平洋旅游组织、太平洋区域环境规划署等区域组织，吸引绿色发展基金、技术援助以促进当地基础设施的完善，同时也应加强旅游从业人员的绿色技能培训，提升基层治理能力和环保意识。

发挥高韧性国家的引领作用，促进其进行转型，形成稳定的模式后通过经验共享、技术转移和人才培训等形式，带动其他国家进行合作，实现以强带弱、区域共建来带动整个太平洋地区共同迈向旅游发展新阶段。

#### 3.2.3 发挥援助与生态资源优势，加强绿色旅游宣传

研究区内的国家拥有丰富的森林和海洋资源，应在保护优先的前提下，通过开发生态旅游、社区参与型旅游等模式如开发森林探险、传统文化生态体验等项目，来增强当地旅游与其他国家差异性，同时也可以起到保护当地生态环境的作用。

各国应推动生态保护与旅游开发融合，鼓励发展可持续旅游，加强监管，防止无序开发与生态破坏现象发生。此外森林生态系统和海洋生态系统都具有良好的碳汇功能和气候调节作用，有助于减缓碳排放对环境和旅游的影响。

应加强可持续旅游的宣传教育，提升公众对可持续旅游理念的认知与支持，通过举办环保主题节庆活动、推动“低碳旅行”倡导计划等形式，引导游客、企业增强环境意识。打造具有区域特色的旅游品牌，提升太平洋岛国在国际旅游市场中的形象，吸引游客。

## 参考文献

[1] 高原，邢婷婷，马瑛敏. 黄河流域旅游韧性时空演变及驱动因子分析[J]. 西北大学学报(哲学社会科学版)，2024，54(6)：124-136.

[2] WANG K，ZHAO S，CHEN X，et al. Spatio-temporal evolution and influencing factors of the resilience of tourism environmental systems in the Yangtze River economic belt of China[J]. Sustainability，2023，15(13)：10527.

[3] 方叶林,黄家彤,黄震方,等. 中国沿海三大城市群旅游经济韧性的影响因素及组态效应[J]. 经济地理,2024,44(11):204-211,221.
[4] 李志远,冯学钢,何静,等. 中国旅游生态韧性空间关联网络结构及其驱动因素[J]. 地理研究,2024,43(5):1146-1165.
[5] 刘玫君,熊建新,王静,等. 洞庭湖区生态旅游韧性时空演变及驱动因素[J]. 中南林业科技大学学报,2025,45(4):181-191.
[6] 聂寒玉,张颜辉,李慧,等. 黄河流域旅游生态韧性发展水平的时空演化及多尺度障碍因子分析[J]. 干旱区地理,2025,48(6):1089-1102.
[7] 郭向阳,明庆忠,杨春宇,等. 喀斯特生态脆弱区旅游生态系统韧性时空变化及多尺度障碍因素:以贵州省为例[J]. 经济地理,2023,43(10):190-200,230.
[8] 马梦瑶,唐健雄. 中国旅游环境系统韧性对绿色发展效率的影响与空间溢出效应[J]. 统计与决策,2024,40(12):119-123.
[9] 高雅丽,王远. 数字经济对产业韧性的影响及作用机制探究:以旅游业为例[J]. 商业经济研究,2024(22):189-192.
[10] 李志远,冯学钢,夏赞才,等. 长江经济带旅游生态韧性与效率协同效应及空间特征分析[J]. 旅游科学,2024,38(3):1-23.
[11] MÖLLER C,WANG J,NGUYEN H T. Stronger-thanwinston:tourism and crisis communication through Facebook following tropical cyclones in Fiji[J]. Tourism Management,2018,69:272-284.
[12] RUIZ-BALLESTEROS E,DEL CAMPO TEJEDOR A. Community-based tourism as a factor in socio-ecological resilience:economic diversification and community participation in Floreana (Galapagos)[J]. Sustainability,2020,12(11):4724.
[13] PRAPTIKA I P G E,YUSUF M,HESLINGA J H. How can communities better prepare for future disasters? learning from the tourism community resilience model from Bali,Indonesia[J]. Journal of Tourism Futures,2024,10(3):504-523.
[14] MIRKOVA I,PADRON-FUMERO N. From vulnerability to resilience:empowering stakeholder-driven just transitions in island tourism economies[J]. Energy Research & Social Science,2025,121:103966.
[15] HOLLING C S. Resilience and stability of ecological systems[J]. Annual Review of Ecologyand Systematic,1973,4(1):1-23.
[16] 贺小荣,贾丹玉,石彩霞. 长江经济带数字基础设施建设与旅游经济韧性的耦合协调关系[J/OL]. 陕西师范大学学报(自然科学版),1-15[2025-11-01]. https://doi.org/10.15983/j.cnki.jsnu.2026308.

# Mechanism of Carbon Emissions Impacting Tourism Resilience in Pacific Island Countries: A Study Based on Six Countries Including Fiji and Samoa

MA Yuhan, CHEN Yongjin

(School of Geography and Environment, Liaocheng University, Liaocheng 252000, China)

**Abstract**: Pacific Island countries are among the regions most vulnerable to climate change, and the development of their tourism industries relies heavily on fragile ecological environments. In response to the growing risks of climate-related disasters driven by carbon emissions, six countries, including Fiji, were selected as research samples. Panel data from 2000 to 2023 was used, and the entropy weight method and a two-way fixed effects model were applied to investigate the impact mechanism of carbon emissions on tourism resilience. The results are shown to exhibit a fluctuating upward trend, with significant spatial disparities across countries. Carbon emissions have a negative effect on tourism resilience, and ecological deficit plays a mediating role in this relationship. Based on these findings, corresponding policy recommendations are proposed.

**Keywords**: Pacific Island Countries; resilience; mediating effect