

引用格式: 杨媛, 王凯, 刘美伦, 赵燕, 谭佳欣. 武陵山片区旅游城镇化与生态效率的时空适配及互动关系[J]. 山地学报, 2026, 44(1): 102-116.

YANG Yuan, WANG Kai, LIU Meilun, ZHAO Yan, TAN Jiabin. Spatiotemporal adaptability and interaction between tourism urbanization and ecological efficiency in the Wuling Mountain Region, China [J]. Mountain Research, 2026, 44(1): 102-116.

## 武陵山片区旅游城镇化与生态效率的时空 适配及互动关系

杨媛<sup>1</sup>, 王凯<sup>1\*</sup>, 刘美伦<sup>2</sup>, 赵燕<sup>3</sup>, 谭佳欣<sup>4</sup>

(1. 湖南师范大学 旅游学院, 长沙 410081; 2. 华东师范大学 地理科学学院, 上海 200241;  
3. 暨南大学 经济学院, 广州 510632; 4. 湖南女子学院 旅游与航空管理学院, 长沙 410004)

**摘要:** 旅游城镇化和生态效率分别是城乡融合高质量发展的核心驱动力与关键支撑, 二者的良性耦合互动是实现中国新型城镇化高质量发展和城乡融合提质增效的重要路径。前期研究多从旅游、城镇化和生态系统中“三者取其二”的视角探究相互关系, 对于旅游城镇化与生态效率之间的互动机制缺乏深入解析, 难以精准把握生态与旅游资源富集区域“两山”理论价值转化的内在规律。本研究基于 2010—2021 年武陵山片区 71 个县域单元的面板数据, 创新性引入生态学适应性理论, 在梳理旅游城镇化与生态效率作用机理的基础上, 运用适配度模型与 LISA 时间路径刻画二者的时空适配特征及其演化规律, 并借助空间联立方程模型检验其互动关系。研究发现: (1) 研究期内武陵山片区旅游城镇化水平呈持续攀升态势 (均值由 0.06 上升至 0.17), 其空间分布格局呈现出显著的路径依赖特征, 生态效率水平存在明显的空间分异, 高值区 (效率值 > 0.5) 集中于西北和东南地区, 低值区 (效率值 < 0.5) 则主要分布于中部地区和边缘地带; (2) 旅游城镇化与生态效率适配度总体呈上升趋势 (适配度由 0.144 上升至 0.219), 区域内空间分异特征显著, 中部地区的空间结构稳定性强于南、北部地区; 整体适配度转移特征呈现极强的时空依赖性, 平均移动方向具有明显的空间转移惰性与路径依赖特征; (3) 旅游城镇化与生态效率之间存在显著的双向促进效应 (前者影响系数为 0.525, 后者影响系数为 1.527); 其中, 生态效率对旅游城镇化的正向作用更强, 但与相邻地区交互作用存在空间抑制效应和区域异质性。研究结果可以为旅游城镇化和生态文明建设协调发展路径的制定提供理论依据和实践参考。

**关键词:** 旅游城镇化; 生态效率; 适配度; 空间联立方程; 互动机制; 武陵山片区

**中图分类号:** F592.7; X321

**文献标志码:** A

旅游城镇化是以城镇为空间载体, 以旅游业为支柱产业, 以交通廊道为基础支撑, 通过统筹城乡生产要素配置与重构区域空间组织形态, 推动村际、城际和城乡间生产要素高效流转的过程<sup>[1]</sup>。作为新

型城镇化以现代化城镇形态为具象表达的直接呈现<sup>[2]</sup>, 旅游城镇化既是欠发达地区承接新型城镇化战略、激活乡村产业活力的关键路径<sup>[3]</sup>, 也是推进城乡要素双向流动和助力乡村全面振兴的重要

**收稿日期** (Received date): 2024-09-19; **改回日期** (Accepted date): 2025-12-19

**基金项目** (Foundation item): 湖南省自然科学基金(2025JJ50198); 湖南省国内一流培育学科建设项目(5010002)。[Natural Science Foundation of Hunan Province of China (2025JJ50198); Construction Project of Domestic First-Class Cultivation Disciplines in Hunan Province (5010002)]

**作者简介** (Biography): 杨媛(2000-), 女, 贵州大方人, 博士研究生, 主要研究方向: 区域旅游经济与旅游地理学。[YANG Yuan (2000-), female, born in Dafang, Guizhou Province, Ph.D. candidate, research on regional tourism economy and tourism geography] E-mail: yangyuanyh@163.com

\* **通讯作者** (Corresponding author): 王凯(1969-), 男, 博士, 教授, 主要研究方向: 低碳经济、区域旅游发展规划。[WANG Kai (1969-), male, professor, research on low-carbon economy and regional tourism development planning] E-mail: kingviry@163.com

引擎<sup>[4]</sup>。

随着旅游城镇化发展规模的持续扩张和推进速度的不断加快,资源过度消耗、环境压力剧增和生态空间挤占等问题日益凸显<sup>[5]</sup>,严重阻滞了乡村全面振兴战略的推进步伐。

生态效率作为考核区域经济社会发展绩效和衡量区域绿色发展水平的重要指标<sup>[6]</sup>,旨在实现资源消耗最小化、环境效益最大化与经济增长可持续化<sup>[7]</sup>。旅游城镇化进程中所衍生的要素集聚效应、技术创新导向及空间布局优化等发展动能,对生态效率的提升产生直接或间接影响;反之,生态效率亦能有效评估旅游城镇化发展质量,引导其向高效化方向演进,二者具有相辅相成、协同共进的内在关联。

但学界关于旅游城镇化与生态效率的时空匹配规律及互动机制仍缺乏清晰认知。因此,系统探析二者的时空适配特征及互动关系,有助于揭示其协同融通的演化规律,对推进以人为核心的新型城镇化建设、打造宜居宜业和美乡村具有重要的理论价值与实践意义。

国内外学者对于旅游业、城镇化和生态效率的研究成果颇丰,主要聚焦于两两关系探讨,具体表现为以下三方面。(1)旅游业与城镇化关系,学者主要关注二者的耦合协调关系及旅游城镇化的类型、特征及其影响因素<sup>[8-11]</sup>,部分学者认为城镇化建设与旅游业发展存在耦合共振关系,城镇化建设是旅游业影响经济增长的“黏合剂”<sup>[8]</sup>;旅游业通过产业联动效应助推城镇化进程,二者相辅相成。(2)旅游业与生态效率关系,部分学者发现二者存在格兰杰因果关系,但随着时间的推移,旅游经济发展对生态效率的影响程度逐渐降低<sup>[12]</sup>,甚至产生阻碍作用<sup>[13]</sup>。(3)城镇化和生态效率关系,前期成果主要集中于城镇化对生态效率的影响及二者耦合协调度的测度<sup>[14]</sup>,有学者证实了二者呈线性关系<sup>[15]</sup>,城镇化可以通过技术进步、经济发展和资源聚集等外部条件促进生态效率提升<sup>[16]</sup>;另有学者发现城镇化与生态效率存在倒“N”型<sup>[17]</sup>、“U”型<sup>[18]</sup>及倒“U”型<sup>[19]</sup>的非线性关系,认为城镇化对生态效率的影响作用具有拐点效应,生态效率水平随城镇化的推进呈现阶段性转折特征。

综上,已有研究为本文奠定了坚实的学理基础,但仍存在可拓展之处。(1)研究视角局限,前期研究多从旅游业、城镇化和生态效率之间的两两关系

切入,鲜有关注旅游城镇化对生态效率的系统性影响。(2)实证深度不足,前期研究多停留于三者的时空演化及驱动机制的表象分析,关于旅游城镇化与生态效率是否能够实现时空适配及良性互动的实证检验尚显薄弱。(3)研究尺度缺位,县域是经济发展的重要切入点和突破口,但以欠发达地区的微观市、县单元为研究对象,分析旅游城镇化与生态效率的适配及互动关系的研究成果较为匮乏。

武陵山片区地处中国亚热带森林系统的核心区、长江流域重要水源涵养区和生态屏障区,不仅是典型的少数民族聚居地、集中连片特困区及跨省经济协作区,也是以旅游产业驱动城镇化发展实现脱贫的代表性区域<sup>[3]</sup>。旅游业发展正助力片区实现全面脱贫:片区内旅游收入从2010年的389亿元增长至2021年的4850亿元,旅游人次由不足8000万增至57138万人次。然而,如何破解区域发展不平衡问题、巩固脱贫攻坚成果并推动其与乡村振兴的有效衔接,仍是该类地区城镇化发展的核心难点和目标指向<sup>[1]</sup>。因此,系统性探索旅游城镇化与生态效率的适配关系和互动机制,有助于深入了解山区等特殊区域新型城镇化绿色推进的内在逻辑。

本文以武陵山片区71个县域单元为研究对象,构建旅游城镇化与生态效率相互作用的理论分析框架,运用适配度模型和LISA时间路径刻画二者的时空适配度及其转移特征,并借助空间联立方程检验二者的互动关系,以期为县域尺度下旅游城镇化及生态文明建设的协调发展及路径优化提供理论依据和现实参考。

## 1 机理分析

旅游城镇化与生态效率的适配关系,实质上是旅游城镇化以旅游产业作为核心驱动力对生态效率产生影响;生态效率通过提升资源利用的有效性,反作用于旅游城镇化发展的过程。一方面,旅游城镇化建设以生态文明建设为动力、以现代化经济体系为核心、以城市可持续发展为目标,全面协调人口、经济、社会与环境的相互关系,不仅能够契合旅游市场需求,还有利于优化和升级产业结构,推动旅游产业向多元化和绿色化方向发展,实现旅游城镇化与生态效益的最佳组合<sup>[18]</sup>;另一方面,优良的生态环境是旅游吸引力的关键所在,也是旅游业可持续发

展的根基,生态效率通过维持生态本底优势,为旅游城镇化提供良好的发展基础。然而,随着旅游城镇化进程加快,受市场经济逐利性驱动,旅游企业加大旅游资源开发强度,不可避免地对生态环境造成压力,致使旅游产业成为环境容量和生态承载力的胁迫因子<sup>[20]</sup>,导致旅游城镇化与生态效率适配性弱化,甚至出现不适配状态。此外,根据马斯洛需求层次理论,市场需求的升级与扩大,推动和促进产业结构优化与资源整合,从而提高生态效率水平。高生态效率的地区凭借优美的自然环境及完善的生态系统服务,吸引更多旅游者和投资商,推动基础设施完善、旅游产品创新和旅游服务升级,助力旅游城镇化发展,二者相得益彰。因此,旅游城镇化与生态效率呈现彼此依赖、相互衔接的时空适配特征(图1)。

旅游城镇化与生态效率的互动关系主要表现为两个方面。一是二者的相互作用:基于人地关系理论,旅游城镇化是人类活动通过发展旅游业对自然环境进行改变和利用的过程<sup>[1]</sup>。旅游城镇化进程中通过投资和消费效应促进城镇经济增长<sup>[17]</sup>,为生态效率的提高提供物质支撑。同时,旅游城镇化的发展推动居民收入增加和需求升级,环境监管随之增强,促使旅游企业增加在节能减碳领域的投资,以促进生态效率的提升。优良的自然生态环境凭借其独特的景观价值和生态服务功能,能够提升旅游目的地的知名度和竞争力,进一步增强旅游吸引力,为旅游城镇化发展注入强大动力<sup>[21-22]</sup>。二是空间溢出效应:根据外部性理论,本地旅游城镇化进程的加

快,使得资金、人员和信息等生产要素跨区域流动愈发便利和频繁<sup>[4]</sup>,产业转移、技术溢出以及创新扩散等方面存在明显的空间交互影响,公共共享资源的竞争加剧、资源浪费严重和环境质量降低等问题逐渐显现,间接影响相邻区域生态效率;而当相邻地区生态效率提高,使得其在生态环境和资源利用效率方面占据优势,将会抑制本地旅游城镇化的发展与规划,故旅游城镇化与生态效率并非孤立存在,而是协同共存和相互依赖。

## 2 研究设计

### 2.1 变量说明

#### 2.1.1 核心变量

本研究选取旅游城镇化(Tourism Urbanization)和生态效率(Ecological Efficiency)作为核心变量。借鉴已有研究<sup>[5,23-27]</sup>,在考虑数据可获取性的基础上,从旅游子系统、城镇化子系统和生态子系统3个维度构建评价指标体系(表1),并运用熵值法测算2010—2021年武陵山片区71个县域的旅游城镇化发展水平。

根据已有研究成果<sup>[6,12,28]</sup>,结合县域经济统计数据与遥感数据的可获取性,基于投入-产出理论构建生态效率的测度指标体系(表2),并利用超效率松弛测度模型(Super-Efficiency Slacks-Based Measure, Super-SBM)测算2010—2021年武陵山片区71个县域的生态效率值。

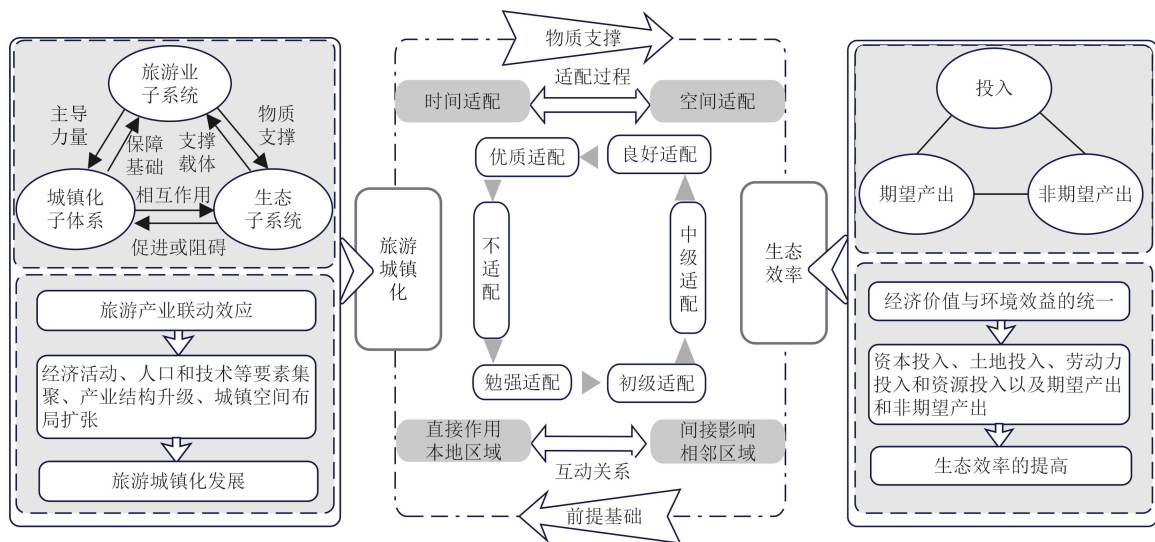


图1 旅游城镇化与生态效率作用机理图

Fig. 1 Mechanism diagram of adaptability between tourism urbanization and ecological efficiency

表 1 旅游城镇化指标体系

Tab. 1 Index system of tourism urbanization

目标层	指标维度	具体指标	单位	具体释义及现实意义	指标权重	参考文献
旅游 城 镇 化	旅游子系统	旅游收入增长率	%	旅游经济效益	0.011	[25]
		旅游人次	万人	旅游市场规模	0.138	[24]
		旅游从业人员数量	万人	旅游行业规模	0.013	[5]
		旅游空间密度	人/m <sup>2</sup>	旅游资源集中程度	0.228	[26]
		3A 级及以上旅游景区数量	个	旅游要素结构	0.104	[25]
		旅行社数量	个	旅游要素结构	0.236	[27]
	城镇化子系统	城镇化率	%	人口向城镇聚集程度	0.017	[5]
		城镇居民人均可支配收入	万元	居民的实际收入水平和生活富裕程度	0.040	[24]
		第三产业增加值占 GDP 比重	%	地区产业结构的优化程度	0.067	[25]
		公路通车里程	km	地区交通基础设施发展水平	0.075	[23]
		每万人中小学在校学生数	人	地区公共教育水平	0.016	[23]
		每万人拥有医疗卫生机构床位数	个	地区医疗卫生资源供给水平	0.041	[24]
	生态子系统	森林覆盖率	%	地区生态环境质量	0.007	[5]
		生活垃圾无害化处理率	%	区域环保水平和能力	0.008	[25]

表 2 生态效率指标体系

Tab. 2 Index system of ecological efficiency

一级指标	二级指标	三级指标	单位	具体数据类型	参考文献
投入指标	资源投入	能源消费指数	无	NPP-VIIRS 夜间灯光数据	[28]
	土地投入	建设面积	m <sup>2</sup>	中国土地利用现状遥感监测数据	[6]
		耕地面积	m <sup>2</sup>	中国土地利用现状遥感监测数据	[28]
	资本投入	社会固定资产投资	万元	统计数据	[12]
	劳动力投入	年末从业人口	万人	统计数据	[28]
产出指标	期望产出	地区生产总值	万元	统计数据	[6]
	非期望产出	PM2.5 年均质量浓度	μg/m <sup>3</sup>	气溶胶反演遥感数据	[6]

注: NPP-VIIRS; 国家极轨卫星伙伴计划可见光红外成像辐射仪夜间灯光数据集 (Suomi National Polar-orbiting Partnership-Visible Infrared Imaging Radiometer Suite, NPP-VIIRS)。

### 2.1.2 控制变量

(1) 在旅游城镇化方程中, 选取如下控制变量: 经济发展水平, 以人均 GDP 表示<sup>[11]</sup>, 以反映旅游城镇化建设的经济基础; 政府干预, 用政府公共财政支出与 GDP 比值表征, 以反映政府的扶持力度<sup>[4]</sup>; 产业结构, 产业结构会影响旅游业的发展和城镇建设的规划, 以第三产业产值在地区生产总值的占比表示<sup>[11]</sup>; 固定资产投资, 固定资产投资是旅游城镇化发展的重要依托<sup>[26]</sup>, 用固定资产投资完成额占 GDP 比重表示; 交通条件<sup>[29]</sup>, 交通基础设施在旅游城镇

化建设中发挥着重要作用, 以公路面积占行政区划面积的比重表示。

(2) 在生态效率方程中, 选取如下控制变量: 经济发展水平, 区域经济发展对生态效率具有正向效应<sup>[6]</sup>; 政府干预, 法律法规和政策引导等手段对生态环境产生间接影响<sup>[30]</sup>; 产业结构, 产业结构影响资源配置和生产方式<sup>[6]</sup>; 人口密度<sup>[31]</sup>, 人口数量直接影响自然资源的利用和环境污染的程度, 以年末常住人口表征, 科技创新<sup>[28]</sup>, 科技创新水平的高低影响着生态效率的提升, 以旅游专利申请数量表征。

## 2.2 研究方法

### 2.2.1 熵值法

熵值法既能减少赋权过程中主观因素造成的偏差,也能有效克服指标间的信息叠加,本文采用熵值法对武陵山片区旅游城镇化水平进行评估,具体公式见参考文献[10]。

### 2.2.2 Super-SBM 模型

Super-SBM 模型不仅避免了投入和产出的松弛性问题,还对效率值进行了排序,克服了传统数据包络分析(Data envelopment analysis, DEA)模型的不足<sup>[32]</sup>,利用该模型测度武陵山片区生态效率值,具体公式见参考文献[32]。

### 2.2.3 适配度模型

#### (1) 适应度

耦合协调度能够衡量系统之间相互作用的协调程度,故通过该模型衡量旅游城镇化与生态效率的适应关系,具体公式见参考文献[33]。

#### (2) 匹配度

匹配度是衡量系统之间及其各要素之间匹配程度优劣的量化指标<sup>[33]</sup>。通过数列匹配度模型定量描述旅游城镇化与生态效率之间的匹配关系。研究  $K$  个单元,各个单元变量  $x$  和  $y$  值分别为  $(x_1, y_1), (x_2, y_2) \dots, (x_k, y_k)$ 。对  $K$  个单元的  $x$  值进行排序,对应序号为  $n_1, n_2 \dots, n_i$ 。 $y$  值同理,对应序号为  $m_1, m_2 \dots, m_i$ 。当  $x$  值越大且  $y$  值也越大时,两个变量越匹配。计算公式如下:

$$R_i = 1 - \frac{|n_i - m_i|}{K - 1}, (i = 1, 2, \dots, K) \quad (1)$$

式中,  $R_i$  为匹配度,其值越接近 1,说明旅游城镇化与生态效率的匹配度越高;  $R_i$  越接近 0,说明旅游城镇化与生态效率的匹配度越低。

#### (3) 适配度

适配度由适应度和匹配度综合加权计算所得:

$$M_i = \lambda D_i + \gamma R_i \quad (2)$$

式中,  $M_i$  为旅游城镇化与生态效率的适配度;  $D_i$  和  $R_i$  分别为适应度与匹配度;  $\lambda$  和  $\gamma$  分别为旅游城镇化和生态效率对二者所构成系统的贡献份额。借鉴已有研究<sup>[33]</sup>,赋值  $\lambda$  为 0.6,  $\gamma$  为 0.4,并将适配度划分为 6 个等级:不匹配、勉强适配、初级适配、中级适配、良好适配和优质适配。

### 2.2.4 空间联立方程

传统的单方程模型忽视双方之间的双向互动关

系,而空间联立方程不仅考虑了被解释变量的空间特征,也反映了内生变量之间的交互反馈和空间溢出效应<sup>[34]</sup>。本文采用空间联立方程模型以验证旅游城镇化与生态效率的互动关系:

$$S_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Z_{it} + \alpha_2 \sum_{i \neq j}^N w_{ij} S_{jt} + \alpha_3 \sum_{i \neq j}^N w_{ij} Z_{jt} + \alpha \sum Y_1 + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$Z_{it} = \beta_0 + \beta_1 S_{it} + \beta_2 \sum_{i \neq j}^N w_{ij} Z_{jt} + \beta_3 \sum_{i \neq j}^N w_{ij} S_{jt} + \beta \sum Y_2 + \sigma_{it} \quad (4)$$

式中,  $S_{it}$  为旅游城镇化水平;  $Z_{it}$  为生态效率;  $i, j$  为不同的县域;  $t$  为年份;  $N$  为地区数量;  $Y_1, Y_2$  分别为控制变量;  $\alpha$  和  $\beta$  为空间相关系数;  $w_{ij}$  为空间权重矩阵;  $\varepsilon_{it}$  和  $\sigma_{it}$  分别为旅游城镇化方程和生态效率方程中的随机误差项。为避免异方差等问题,本文对方程中变量均作对数化处理。

## 2.3 数据来源

社会经济数据来源于 2011—2022 年研究区所在的省、市、县统计年鉴及各县域国民经济和社会发展统计公报等资料<sup>[35-39]</sup>。其中, PM2.5 浓度数据来源于加拿大达尔豪斯大学大气成分分析组 (<https://sites.wustl.edu/acag/>); 不透水层面积、耕地面积数据来源于中国 1985—2022 年度土地覆盖数据集 (China Land Cover Dataset, CLCD)<sup>[40]</sup>; 夜间灯光数据来源于 Chen<sup>[41]</sup> 等开发的 500 m 类 NPP-VIIRS 夜间灯光数据集; 旅游专利申请数量来自佰腾专利数据库 (<https://www.baiten.cn/>)。个别研究县域部分年份数据缺失,采用插值法进行补充。此外,为避免多重共线性问题,进行方差膨胀因子 (Variance Inflation Factor, VIF) 检验,各变量及整体变量的 VIF 值均小于 6。

## 3 实证结果分析

### 3.1 旅游城镇化和生态效率的时空演化格局

#### 3.1.1 旅游城镇化水平时空分布特征

根据旅游城镇化水平计算结果,利用 Matlab 对 2010、2015 和 2021 年武陵山片区的旅游城镇化水平进行空间插值,以反映其时空演变特征 (图 2)。

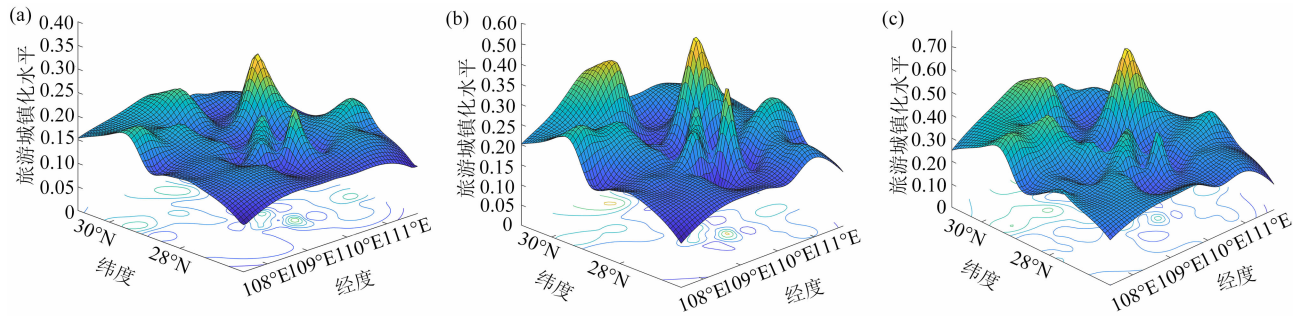


图2 旅游城镇化水平: (a)2010年;(b)2015年;(c)2021年  
Fig. 2 Tourism urbanization levels: (a) 2010;(b) 2015;(c) 2021

从时间维度来看,旅游城镇化水平总体呈上升趋势,均值由2010年的0.06上升至2021年的0.17,表明武陵山片区旅游经济活力不断增强,促进旅游-城镇-生态综合系统要素有序、合理、高效配置;根据等值线演化规律,旅游城镇化水平等值线由密集到稀疏变化,说明武陵山片区各县域间联动效应逐渐形成最大合力,各区县旅游城镇化水平差距缩小。

从空间分布来看,武陵源、永定和恩施等区县旅游城镇化水平明显高于其他区县,原因是此类地区拥有丰富的旅游资源和独特的文化底蕴,依托政府政策及完善的旅游配套设施的支持,促使旅游城镇化水平形成明显的“空间锁定”特征;从等值线变化规律来看,旅游城镇化等值线密集分布在中部和西部地区,高水平旅游城镇化区县的空间范围逐步向外扩散并形成集聚区。其中,武陵源、永定和鹤城等值线的陡峭程度由缓变陡,出现明显的空间断裂化与等级化,反映出旅游城镇化水平空间变化剧烈。

### 3.1.2 生态效率水平时空分布特征

结合生态效率值计算结果,对2010、2015和2021年武陵山片区生态效率进行可视化处理,以反映研究期内生态效率的时空演化特征(图3)。整体上,3个时间截面的生态效率水平呈现出明显的空间分异特征。具体来看,生态效率的高值区呈片状空间格局,主要分布于丰都、恩施、涟源、安化、新化、隆回等区县,而低值区则主要分布于中部地区和南部边缘地带,如鹤峰、宣恩、来凤、保靖等县区及边缘地带的秭归、万山、会同、长阳、靖州等区县。究其原因,武陵山片区横跨4个省市,各县域的自然资源禀赋、经济发展和科技创新水平不同,对自然资源的利用程度和方式存在差异,造成生态效率空间分布差

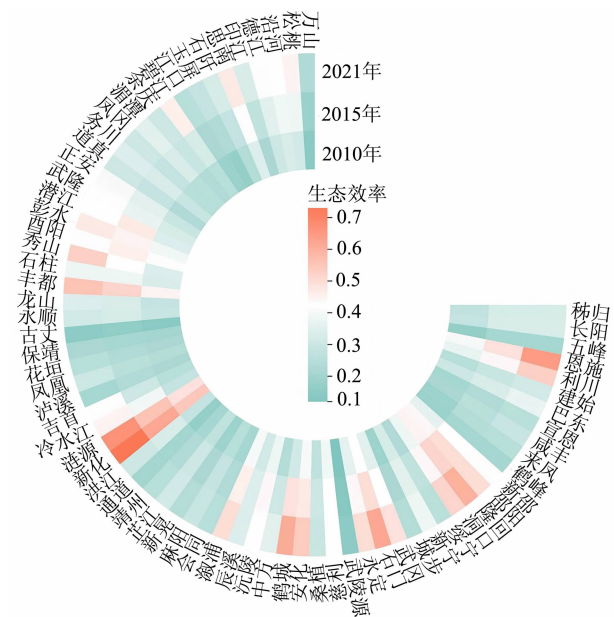


图3 2010、2015和2021年生态效率  
Fig. 3 Eco-efficiency in 2010, 2015 and 2021

异较大。

## 3.2 旅游城镇化与生态效率的时空适配特征

### 3.2.1 适配度时空特征

#### (1) 时序特征

如图4所示,2010—2021年武陵山片区旅游城镇化与生态效率适应度稳步提升,耦合关系表现出良性发展态势,说明随着武陵山片区旅游城镇化发展带来的旅游经济增长、产业结构优化、科技创新等积极作用,强化了二者之间耦合互动效率。2010—2021年武陵山片区旅游城镇化与生态效率匹配度在2012—2014年及2020年出现跌幅,2017—2019年达到峰值,这主要是由于旅游业本身具有敏感性,易受外界因素干扰,经济结构转型及生产力布局调整在一定程度上削弱了旅游城镇化对生

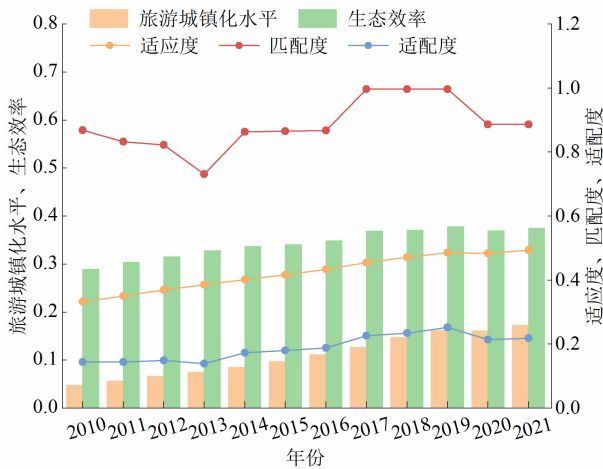


图 4 2010—2021 年旅游城镇化水平、生态效率、  
适应性、匹配度和适配度

Fig. 4 Temporal trends of tourism urbanization level, ecological efficiency and their coordination indicators from 2010 to 2021

态效率的支撑力,给二者的匹配性造成挤出效应。此外,二者适配度呈增长趋势,但 2020 年出现下跌,新冠疫情带来的“疤痕效应”对经济、社会和生态均造成了负面影响,使得旅游城镇化建设和生态效率提高受到阻碍。

(2)空间特征

由图 5 可知,武陵山片区旅游城镇化与生态效率适配度整体空间分布格局存在显著差异。具体而言,处于勉强适配阶段的区县数量大幅减少,由 2010 年处于勉强适配阶段的 26 个区县减少至 2021

年 11 个区县,其余绝大部分区县由勉强适配过渡到初级、中级适配阶段。其中,片区的西北部及中部县域的适配度变化发展尤为明显,如西北部的恩施、利川、丰都等县域及中部地区的酉阳、秀山、吉首等县域的适配度显著提升。值得注意的是,武陵源区呈现相反变化趋势,研究期内其旅游城镇化与生态效率适配度从初级适配变化为不适配,反映出该区县的旅游城镇化与生态环境之间的矛盾逐渐显现。

3.2.2 LISA 时间路径

根据单变量局部 Moran's *I* 所对应的县域坐标变化情况,对武陵山片区旅游城镇化与生态效率的适配度进行 LISA 时间路径计算,包括相对长度、弯曲度和平均移动方向,并采用自然间断点分级法将相对长度和弯曲度分为低、较低、较高和高 4 个等级(图 6)。

(1)从相对长度来看,武陵山片区旅游城镇化与生态效率适配度的 LISA 时间路径相对长度呈现中部低、南北高的特征,说明中部区县的适配度空间结构稳定性高于南、北部地区。具体而言,处于低相对长度的有黔江、思南、印江等 15 个区县,较低相对长度县域主要有丰都、彭水、务川等 24 个区县;高相对长度县域主要是吉首、新化、洞口、武冈和绥宁 5 个区县,较高相对长度数量最多,共计 27 个区县。

(2)从弯曲度来看,LISA 时间路径弯曲度自西

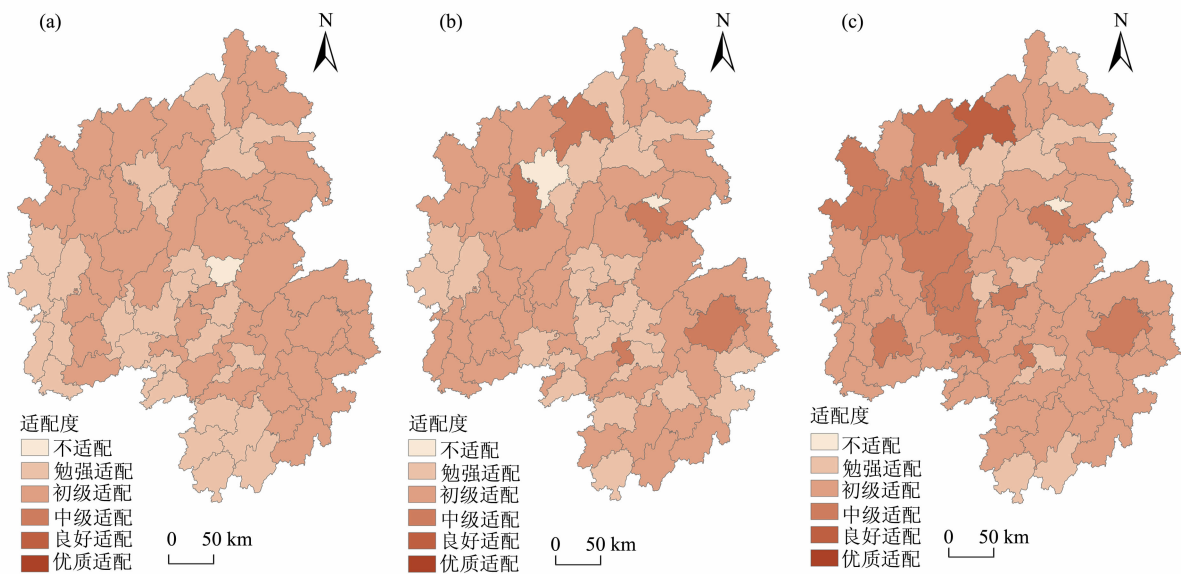


图 5 旅游城镇化与生态效率适配度空间分布图:(a)2010 年;(b)2015 年;(c)2021 年

Fig. 5 Spatial distribution of coordination between tourism urbanization and ecological efficiency: (a) 2010; (b) 2015; (c) 2021

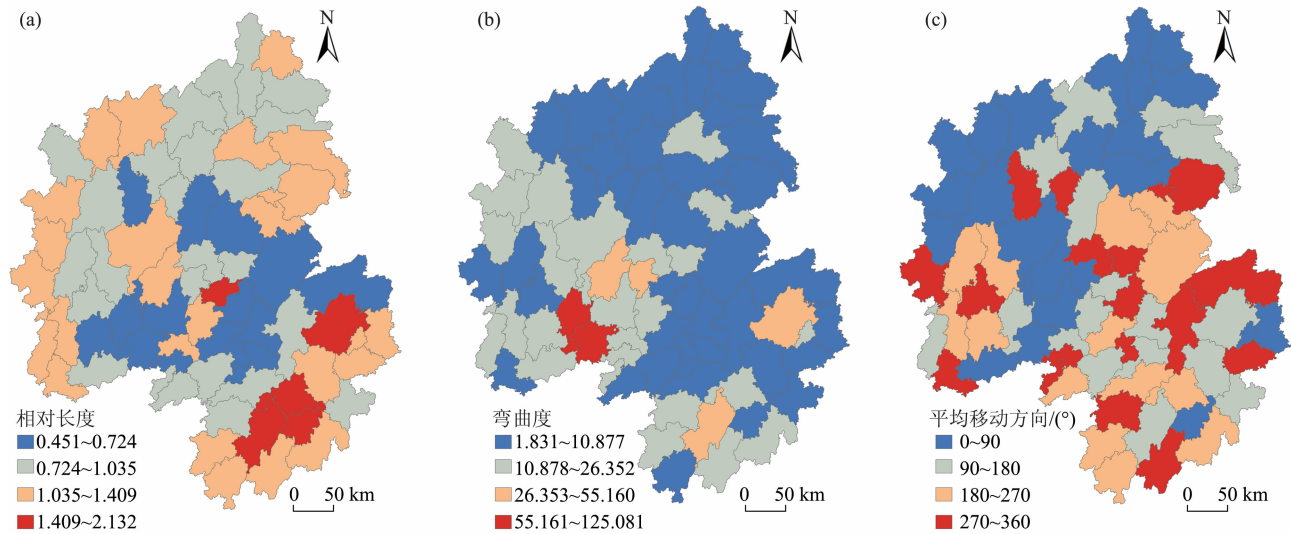


图6 旅游城镇化与生态效率适配度 LISA 时间路径的几何特征空间分布:

(a) 相对长度; (b) 弯曲度; (c) 平均移动方向

Fig. 6 Spatial distribution of geometric characteristics of LISA time paths for adaptability between tourism urbanization and eco-efficiency:

(a) relative length; (b) tortuosity; (c) average moving direction

南向东北递减,呈现出极不稳定的空间依赖方向和增长过程。低弯曲度和较低弯曲度区县数量最多,共计 65 个区县,占全县域单元 91.55%,表明这些县旅游城镇化与生态效率适配度在局部空间依赖方向和空间增长过程中具有相对较稳定特征;较高弯曲度以秀山、花垣、新化及绥宁 4 个区县为代表,高弯曲度主要是印江和江口 2 个区县,说明以上 6 个区县适配度在空间依赖上波动性较强。

(3)从平均移动方向来看,武陵山片区旅游城镇化与生态效率适配度的空间演化呈现出转移惰性与路径依赖特征。其中处于  $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$  区县主要分布于西北部和东部,共计 22 个区县,与相邻区县表现为正向协同增长;平均移动方向值为  $90^{\circ} \sim 180^{\circ}$  和  $180^{\circ} \sim 270^{\circ}$  的区县共计 31 个,这些区县呈现出反向协同增长状态;移动方向位于  $270^{\circ} \sim 360^{\circ}$  的区县共 18 个,空间格局呈碎片状,表现出反向增长趋势。

### 3.3 旅游城镇化与生态效率的互动关系

#### 3.3.1 互动关系分析

根据全局空间自相关检验结果,旅游城镇化与生态效率的全局 Moran's  $I$  指数均为正值且通过显著性检验,说明二者存在空间相关性,可进行空间联立方程分析。同时为了估计潜在的空间溢出效应,将旅游城镇化的空间滞后项 ( $w \times \ln S$ ) 和生态效率的空间滞后项 ( $w \times \ln Z$ ) 纳入联立方程,基于地理距

离的空间权重矩阵检验二者的互动关系(表 3)。

在旅游城镇化方程中,旅游城镇化对生态效率的影响为正,即本地旅游城镇化凭借旅游资源禀赋,在知识和技术的溢出效应下,促进生态资源的合理利用和有效管理,对生态效率产生积极效应。而生态效率的空间滞后项回归系数影响系数为负,说明相邻地区生态效率对本地区旅游城镇化存在抑制作用。原因在于周边地区生态效率较高,拥有较好的环境质量和生态系统,对客源市场和投资商更具吸引力,使本地旅游城镇化进程受阻。

在生态效率方程中,生态效率对旅游城镇化存在正向影响,表明生态效率的提高对旅游城镇化具有显著的促进作用,反映了环境质量改善、旅游资源有效利用和技术创新进步有助于提升旅游城镇化水平。旅游城镇化的滞后项影响系数为负,表明旅游城镇化存在负向空间溢出效应,说明当城镇空间格局扩张到周边区域时,旅游产业被迫转移至城镇外围,从而引发环境问题,导致生态效率下降。

#### 3.3.2 稳健性检验

将地理距离矩阵置换为经济地理矩阵,以验证上述结果的稳健性。从经济地理矩阵来看,旅游城镇化与生态效率的交互关系中回归系数均为正,旅游城镇化与生态效率相互促进,且存在负向空间溢

出效应,表明上述结果是稳健的。

### 3.3.3 异质性检验

鉴于武陵山片区为跨省交界区域,可能导致旅游城镇化与生态效率的互动关系存在差异。根据所属省份的不同,将其划分为湖南分片区、湖北分片

区、贵州分片区、重庆分片区 4 个区域,进行区域异质性分析(表 4)。结果显示,湖南、湖北和贵州 3 个分片区的旅游城镇化建设能够提高生态效率水平,其原因在于三者地理空间临近,促进了区域协同效应、资源优势互补和政策合作机制的形成,进而推动

表 3 基于地理距离矩阵和经济地理矩阵的旅游城镇化与生态效率空间联立方程估计结果  
Tab.3 Estimation results of spatial simultaneous equations for tourism urbanization and ecological efficiency based on geographic distance matrix

矩阵类型 变量	地理距离矩阵估计结果		经济地理矩阵估计结果	
	ln Z	ln S	ln Z	ln S
ln S	0.525 *** (10.25)		0.297 *** (20.912)	
ln Z		1.527 *** (18.71)		3.113 *** (21.710)
$w \times \ln S$	0.000 *** (8.20)	-0.000 *** (-7.40)	0.000 (1.330)	-0.000 (-1.600)
$w \times \ln Z$	-0.000 *** (-7.83)	0.000 *** (7.00)	-0.000 ** (-2.524)	0.000 *** (2.837)
控制变量	控制	控制	控制	控制
cons	-7.564 *** (-29.14)	10.819 *** (15.62)	-0.146 *** (-17.094)	0.435 *** (20.389)
样本量	852	852	852	852

注:括号内数字表示  $t$ -statistic 值;\*\*\*、\*\*、\* 分别表示在 1%、5%、10% 的统计水平上显著;S 表示旅游城镇化水平;Z 表示生态效率; $w$  表示空间权重矩阵。

表 4 湖南、湖北、贵州和重庆分片区旅游城镇化与生态效率空间联立方程估计结果  
Tab.4 Estimation results of spatial simultaneous equation for tourism urbanization and ecological efficiency in Hunan, Hubei, Guizhou, and Chongqing sub regions

片区分类 变量	湖南分片区估计结果		湖北分片区估计结果		贵州分片区估计结果		重庆分片区估计结果	
	ln Z	ln S	ln Z	ln S	ln Z	ln S	ln Z	ln S
ln S	3.031 *** (15.18)		1.519 *** (19.30)		3.255 *** (14.54)		0.170 (0.88)	
ln Z		0.300 *** (14.95)		0.351 *** (12.08)		0.178 *** (7.26)		-0.159 * (-1.89)
ln S	-0.000 (-0.55)	0.000 (0.52)	-0.000 *** (-3.33)	0.000 *** (2.71)	-0.000 (-0.45)	-0.000 (-0.47)	-0.000 *** (-2.87)	0.000 (0.84)
ln Z	0.000 *** (2.64)	-0.000 ** (-2.43)	0.000 (1.11)	-0.000 (-1.35)	-0.000 (-1.46)	0.000 * (1.81)	-0.000 (-0.28)	-0.000 ** (-2.47)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
cons	0.460 *** (15.50)	-0.163 *** (-13.04)	0.103 *** (5.10)	-0.158 *** (-10.58)	0.073 ** (2.50)	-0.045 *** (-4.35)	-0.027 (-0.47)	-0.004 (-0.09)
样本量	444	444	132	132	192	192	84	84

旅游城镇化与生态效率的良性互动。重庆分片区旅游城镇化对生态效率的影响为负,生态效率对旅游城镇化的影响为正,表明武陵山片区的旅游城镇化与生态效率的互动关系存在区域异质性。

## 4 讨论

本文从效率和投入-产出的理论视角切入,探究旅游城镇化进程中能否以最小资源投入和环境破坏,实现最大的旅游经济及社会产出。同时,引入生态学适应性理念,考察旅游城镇化与生态效率能否实现良好适配和良性互动,进而更加精准识别武陵山片区旅游与生态协同发展模式,深入了解微观县域的可持续发展模式和内在机制,为实现区域旅游城镇化高质量发展和生态文明建设提供理论依据和实践参考。

研究发现,武陵山片区旅游城镇化水平不断增长,空间格局存在明显的“空间锁定”特征,该结论印证了已有研究关于旅游城镇化发展存在显著极化现象的结论<sup>[4,42]</sup>。生态效率评估显示,其空间分异明显,高值区主要集中于西北和东南地区,低值区多分布于中部地区及边缘地带,验证了地理空间因素对生态效率具有显著影响<sup>[6,28]</sup>。在武陵山片区旅游城镇化与生态效率的适配关系研究中,发现二者的适配度不断提升,空间分布差异显著,整体适配度的转移特征具有明显的时空依赖性与路径依赖惰性,该发现印证了城镇化、生态效率与旅游业发展存在长期的协整关系的相关结论<sup>[12]</sup>。互动关系分析表明,旅游城镇化与生态效率相互促进,生态效率对旅游城镇化的正向作用更强,且区域间存在负向交互效应与空间异质性,这与既有研究得出生态效率对城镇化表现出负向影响的结论形成鲜明对比<sup>[43]</sup>,可能相较于传统的城镇化发展,在新型城镇化与生态文明建设持续推进的背景下,区域技术与管理手段不断优化,资源利用效率提升、资源消耗和污染排放减少,推动旅游城镇化向资源节约化、高效化和绿色化方向转型。

以往研究大多从旅游、城镇化和生态系统中选取二者相互关系展开分析<sup>[8,12,16-17]</sup>,对三者间的相互作用的系统性探索较为薄弱。本研究发现,三者并非彼此独立,亦不存在简单的单向作用模式,而是相互影响、紧密关联的耦合互动关系。本文对现有

研究进行了补充与拓展,有助于丰富旅游地理学和可持续发展理论的研究内容。同时,相关研究多聚焦城市群和省域等宏观尺度<sup>[7,11,15,28]</sup>,县域层面的探讨相对不足,而县域作为旅游经济发展的重要切入点,其旅游城镇化发展具有空间的交互性和复杂性,故本文以武陵山片区 71 个县域作为实证靶向,探究不同空间属性及尺度的旅游城镇化发展差异及其与生态效率的作用机理,具有重要的理论与现实意义。此外,本文基于系统论的视角,将旅游城镇化视为由旅游产业、城镇化和生态环境共同构成的复合系统,有别于既有研究对旅游、城镇化和生态效率的时空演化<sup>[5-6,11,18]</sup>和影响因素<sup>[19,29,31]</sup>的分析,可为后续相关研究提供新的方法和思路。

然而,本文仍存在以下可拓展之处:一方面,本文的分析尺度为县级行政区域,由于武陵山片区属于跨省连片区,相关研究数据来源受到一定的限制,未来有必要结合更加丰富的数据进一步完善评价指标体系;另一方面,对旅游城镇化与生态效率的互动关系中存在的影响因素及其作用路径暂未进行探讨,如旅游资源禀赋、政府政策保障机制、信息化水平等,后续研究可进行深入拓展。

## 5 结论与建议

基于上述实证研究,得出结论与建议如下。

(1)研究期内,武陵山片区的旅游城镇化水平持续上升,其等值线密度由密集变为稀疏,存在显著的“空间锁定”特征;生态效率水平具有明显的空间分异特征,高值区呈“片状”空间格局,分布于西北和东南地区;低值区则主要分布于中部地区和边缘地带。因此,需积极协调发展区域优势,破解“空间锁定”的创新路径,实施梯度开发制度,充分发挥旅游城镇化的制度动力,将“绿水青山就是金山银山”的发展理念贯彻到底,引导生态友好型产业发展,避免过度开发和资源浪费,提高资源利用效率。

(2)2010—2021年,武陵山片区旅游城镇化与生态效率的适配度波动上升,2019年达到峰值,2020年出现下跌。适配度空间差异显著,中部地区的空间结构稳定性高于南、北部地区;适配度转移特征的时空依赖性强,其平均移动方向具有明显的空间转移惰性与路径依赖特征。故需因地制宜地完善区域旅游城镇化发展系统,突出地区特色和优势,建

立跨区域协调机制,提高资源配置效率和生态福利绩效,以实现区域旅游与生态的协同发展。

(3)武陵山片区旅游城镇化与生态效率相互促进,生态效率对旅游城镇的正向作用强于旅游城镇化对生态效率的促进作用,与相邻地区旅游城镇化与生态效率存在抑制效应,且存在区域异质性。所以需积极实施生态补偿机制,加大对生态保护和修复的资金投入,引入智能高效的环境管理模式,为新型城镇化的发展提供坚实的生态基础。同时,建立区域间的旅游合作与生态联防联控机制,利用好“本地-邻近”示范联动作用,更好地发挥旅游城镇化进程与生态效率的正向作用,避免片面追求旅游发展而忽略生态对城镇化建设的约束性。

### 参考文献 (References)

- [1] 谭佳欣,王凯. 和美乡村建设与旅游城镇化协调关系及障碍因子识别——以武陵山区为例[J]. 自然资源学报, 2024, **39**(4): 768 - 787. [TAN Jiixin, WANG Kai. Coordination relationship and identification of obstacle factors between harmonious and beautiful rural construction and tourism urbanization: Take Wuling Mountain area as an example [J]. Journal of Natural Resources, 2024, **39**(4): 768 - 787] DOI: 10.31497/zrzyxb.20240402
- [2] 赵磊,潘婷婷,方成,等. 旅游业与新型城镇化——基于系统耦合协调视角[J]. 旅游学刊, 2020, **35**(1): 14 - 31. [ZHAO Lei, PAN Tingting, FANG Cheng, et al. Tourism industry and new urbanization: A view based on system coupling perspective [J]. Tourism Tribune, 2020, **35**(1): 14 - 31] DOI: 10.19765/j.cnki.1002-5006.2020.01.007
- [3] 唐健雄,陕颖颖. 旅游城镇化对共同富裕影响的仿真研究——以湖南省武陵山片区为例[J]. 人文地理, 2024, **39**(2): 164 - 172. [TANG Jianxiong, SHAN Yingying. A simulation study of the impact of tourism urbanization on common wealth: A case study of Wuling Mountain area, Hunan Province [J]. Human Geography, 2024, **39**(2): 164 - 172] DOI: 10.13959/j.issn.1003-2398.2024.02.017
- [4] 马梦瑶,唐健雄. 旅游城镇化对山地片区乡村振兴的非线性影响研究——以武陵山片区为例[J]. 地理科学进展, 2024, **43**(5): 950 - 965. [MA Mengyao, TANG Jianxiong. Nonlinear effects of tourism urbanization on rural revitalization in mountainous areas: Taking the Wuling Mountain area as an example [J]. Progress in Geography, 2024, **43**(5): 950 - 965] DOI: 10.18306/dlxxjz.2024.05.008
- [5] 熊建新,王文辉,贺赛花,等. 洞庭湖区旅游城镇化系统耦合协调性时空格局及影响因素[J]. 地理科学, 2020, **40**(9): 1532 - 1542. [XIONG Jianxin, WANG Wenhui, HE Saihua, et al. Spatio-temporal pattern and influencing factor of coupling
- coordination of tourism urbanization system in the Dongting Lake region [J]. Scientia Geographica Sinica, 2020, **40**(9): 1532 - 1542] DOI: 10.13249/j.cnki.sgs.2020.09.015
- [6] 马勇,张瑞,任洁. 长江中游城市群县域生态效率时空动态性及驱动机制[J]. 长江流域资源与环境, 2022, **31**(7): 1467 - 1481. [MA Yong, ZHANG Rui, REN Jie. Spatial and temporal dynamics and its driving mechanism of county-scale eco-efficiency in urban agglomeration in middle reaches of Yangtze River [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2022, **31**(7): 1467 - 1481] DOI: 10.11870/cjlyzyhj202207005
- [7] 于志慧,何昌磊. 数字金融与城市生态效率——基于长江经济带108个地级市的实证分析[J]. 华东经济管理, 2024, **38**(4): 14 - 26. [YU Zhihui, HE Changlei. Digital finance and urban eco-efficiency: Empirical analysis based on 108 cities in the Yangtze River Economic Belt [J]. East China Economic Management, 2024, **38**(4): 14 - 26] DOI: 10.19629/j.cnki.34-1014/f.230901021
- [8] 赵磊,李诗琪,康敏. 旅游发展影响经济增长的动态新型城镇化门槛效应[J]. 旅游学刊, 2024, **39**(10): 31 - 48. [ZHAO Lei, LI Shiqi, KANG Min. The dynamic new urbanization threshold effect of tourism development on China's economic growth [J]. Tourism Tribune, 2024, **39**(10): 31 - 48] DOI: 10.19765/j.cnki.1002-5006.2024.10.008
- [9] ZHANG Pengyang, ZHANG Lewen, HAN Dandan, et al. Coupled and coordinated development of the tourism industry and urbanization in marginal and less developed regions-taking the mountainous border areas of western Yunnan as a case study [J]. Land, 2023, **12**(3): 640 - 640. DOI: 10.3390/land12030640
- [10] 赵书虹,陈婷婷. 云南省旅游驱动型城市旅游产业与城镇化耦合协调驱动因素分析[J]. 旅游科学, 2020, **34**(3): 78 - 93. [ZHAO Shuhong, CHEN Tingting. A study on the driving factors of coupling coordination degree between tourism industry and urbanization in tourism-driven cities in Yunnan Province [J]. Tourism Science, 2020, **34**(3): 78 - 93] DOI: 10.16323/j.cnki.lykx.2020.03.006
- [11] 时姗姗,席建超. 青藏高原旅游城镇化测度研究[J]. 地理研究, 2024, **43**(2): 377 - 393. [SHI Shanshan, XI Jianchao. Measurement of tourism urbanization on the Tibetan Plateau [J]. Geographical Research, 2024, **43**(2): 377 - 393] DOI: 10.11821/dlyj020230752
- [12] 陈梅,赵伟涛. 新型城镇化下的旅游业与生态效率关系——以长江中游城市群为例[J]. 旅游学刊, 2018, **33**(3): 89 - 97. [CHEN Mei, ZHAO Weitao. A study on the relationship between eco-efficiency and tourism under the new-type urbanization: A case study of urban clusters in the middle reaches of the Yangtze River [J]. Tourism Tribune, 2018, **33**(3): 89 - 97] DOI: 10.3969/j.issn.1002-5006.2018.03.013
- [13] ZHA Jianping, YUAN Wenwen, DAI Jiaquan, et al. Eco-efficiency, eco-productivity and tourism growth in China: A non-

- convex metafrontier DEA-based decomposition model [J]. *Journal of Sustainable Tourism*, 2020, **28** (5): 663 – 685. DOI: 10.1080/09669582.2019.1699102
- [14] 陈锦鸿, 蒋宏飞, 员学锋, 等. 陕西省城镇化与耕地利用生态效率耦合协调时空分析[J]. *水土保持研究*, 2023, **30**(4): 338 – 346. [CHEN Jinhong, JIANG Hongfei, YUAN Xuefeng, et al. Spatial and temporal analysis of the coupled coordination of urbanization and ecological efficiency of cultivated land use in Shaanxi Province [J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2023, **30**(4): 338 – 346] DOI: 10.13869/j.cnki.rswc.2023.04.051
- [15] YASMEEN H, TAN Qingmei, ZAMEER H, et al. Exploring the impact of technological innovation, environmental regulations and urbanization on ecological efficiency of China in the context of COP21 [J]. *Journal of Environmental Management*, 2020, **274** (15): 111210. DOI: 10.1016/j.jenvman.2020.111210
- [16] 卫晓庆, 王涛, 李嘉霖, 等. 京津冀地区新型城镇化对土地生态效率影响的实证分析[J]. *生态科学*, 2020, **39**(1): 118 – 127. [WEI Xiaqing, WANG Tao, LI Jialin, et al. Positive analysis of the effect of new-type urbanization on land eco-efficiency in the Beijing-Tianjin-Hebei region [J]. *Ecological Science*, 2020, **39**(1): 118 – 127] DOI: 10.14108/j.cnki.1008 – 8873.2020.01.016
- [17] 肖素萍, 梁琦, 李建成. 城镇化对城市生态效率的空间溢出效用及异质性分析[J]. *大连理工大学学报(社会科学版)*, 2023, **44** (1): 50 – 62. [XIAO Suping, LIANG Qi, LI Jiancheng. An analysis of the spatial spillover and heterogeneity of urbanization to urban eco-efficiency [J]. *Journal of Dalian University of Technology (Social Sciences)*, 2023, **44**(1): 50 – 62] DOI: 10.19525/j.issn1008 – 407x.2023.01.006
- [18] 常新锋, 管鑫. 新型城镇化进程中长三角城市群生态效率的时空演变及影响因素[J]. *经济地理*, 2020, **40**(3): 185 – 195. [CHANG Xinfeng, GUAN Xin. Spatial and temporal evolution of eco-efficiency and its influencing factors in the Yangtze River Delta Urban Agglomeration in the process of new urbanization [J]. *Economic Geography*, 2020, **40**(3): 185 – 195] DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2020.03.021
- [19] 孙晨曦, 杜宏茹. 新疆城镇化进程中生态效率变化与影响因素[J]. *生态学杂志*, 2023, **42**(2): 454 – 462. [SUN Chenxi, DU Hongru. Changes of ecological efficiency and its influencing factors during urbanization in Xinjiang [J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2023, **42**(2): 454 – 462] DOI: 10.13292/j.1000 – 4890.202302.016
- [20] 袁宏瑞, 王群. 旅游与生态共生演进模式与生态安全判定——以国家重点生态功能区安徽省黄山区为例[J]. *旅游学刊*, 2022, **37**(12): 25 – 38. [YUAN Hongrui, WANG Qun. The evolution model of the tourism-ecology symbiosis and the determination of ecological security: A case study of Huangshan District, Anhui Province, a key ecological functional zone of China [J]. *Tourism Tribune*, 2022, **37**(12): 25 – 38] DOI: 10.19765/j.cnki.1002 – 5006.2022.12.007
- [21] 耿娜娜, 邵秀英. 黄河流域生态环境—旅游产业—城镇化耦合协调研究[J]. *经济问题*, 2022, **3**(3): 13 – 19. [GENG Nana, SHAO Xiuying. Research on coupling coordination of ecological environment-tourism industry-urbanization in the Yellow River basin [J]. *On Economic Problems*, 2022, **3**(3): 13 – 19] DOI: 10.16011/j.cnki.jjw.2022.03.003
- [22] 王钰凯, 郭辉. 新疆旅游业生态效率时空分异与收敛性研究[J]. *干旱区地理*, 2022, **45**(4): 1320 – 1331. [WANG Yukai, GUO Hui. Spatial and temporal differentiation and convergence studies of the eco-efficiency of Xinjiang tourism industry [J]. *Arid Land Geography*, 2022, **45**(4): 1320 – 1331] DOI: 10.12118/j.issn.1000 – 6060.2021.533
- [23] 麻学锋, 刘玉林. 基于三要素的张家界旅游城镇化响应测度及影响机制[J]. *地理科学*, 2018, **38**(8): 1346 – 1356. [MA Xuefeng, LIU Yulin. Urbanization response to tourism and analysis of its influencing mechanism based on three factors in Zhangjiajie [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2018, **38**(8): 1346 – 1356] DOI: 10.13249/j.cnki.sgs.2018.08.017
- [24] 翁钢民, 唐亦博, 宋娜, 等. 京津冀城市群旅游城镇化与影响因素研究[J]. *地理与地理信息科学*, 2022, **38**(5): 121 – 128. [WENG Gangmin, TANG Yibo, SONG Na, et al. Tourism urbanization of Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration and influencing factors [J]. *Geography and Geo-Information Science*, 2022, **38**(5): 121 – 128] DOI: 10.3969/j.issn.1672 – 0504.2022.05.016
- [25] 麻学锋, 胡双林. 自然资源驱动型旅游城镇化与居民幸福协调发展及演化——以张家界为例[J]. *自然资源学报*, 2023, **38**(2): 442 – 459. [MA Xuefeng, HU Shuanglin. Coordinated development and evolution of natural resource-driven tourism urbanization and residents' happiness: Take Zhangjiajie as an example [J]. *Journal of Natural Resources*, 2023, **38**(2): 442 – 459] DOI: 10.31497/zrzyxb.20230211
- [26] 麻学锋, 陈进. 区域旅游城镇化与居民幸福水平适配性时空演变特征与机制[J]. *地理学报*, 2024, **79**(4): 1007 – 1026. [MA Xuefeng, CHEN Jin. Spatio-temporal evolution characteristics and mechanism of regional tourism urbanization and residents' happiness level adaptability [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2024, **79**(4): 1007 – 1026] DOI: 10.11821/dlxb202404011
- [27] 黄昕, 陈进. 环境规制对旅游高质量发展的影响——以湘西地区为例[J]. *经济地理*, 2023, **43**(10): 201 – 210. [HUANG Xin, CHEN Jin. The impact of environmental regulation on the tourism high-quality development: A case study of the western Hunan [J]. *Economic Geography*, 2023, **43**(10): 201 – 210] DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2023.10.020
- [28] 曾祥静, 何彪, 马勇, 等. 长江中游城市群县域生态效率时空格局及多维动态演进[J]. *地理科学*, 2023, **43**(6): 1088 –

1100. [ZENG Xiangjing, HE Biao, MA Yong, et al. Spatial-temporal pattern and multi-dimensional dynamic evolution of county eco-efficiency of urban agglomerations in the middle reaches of the Yangtze River [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2023, **43**(6): 1088 - 1100] DOI: 10.13249/j.cnki.sgs.2023.06.015
- [29] 谭佳欣, 麻学锋, 王凯. 交通驱动下湘西地区旅游城镇集聚场强时空演化及影响机制[J]. *中国生态旅游*, 2023, **13**(3): 380 - 393. [TAN Jiaxin, MA Xuefeng, WANG Kai. Spatiotemporal evolution and influencing mechanisms of the agglomeration field in tourist towns in Xiangxi region driven by transportation [J]. *Journal of Chinese Ecotourism*, 2023, **13**(3): 380 - 393] DOI: 10.12342/zgstly.20230042
- [30] 周霞, 王佳. 中国省域经济韧性生态效率测度及其协同演化分析[J]. *干旱区地理*, 2024, **47**(2): 319 - 331. [ZHOU Xia, WANG Jia. Measurement and synergistic evolution analysis of the economic resilience and eco-efficiency of provincial regions in China [J]. *Arid Land Geography*, 2024, **47**(2): 319 - 331] DOI: 10.12118/j.issn.1000-6060.2023.178
- [31] 杨勇, 邓祥征. 中国城市生态效率时空演变及影响因素的区域差异[J]. *地理科学*, 2019, **39**(7): 1111 - 1118. [YANG Yong, DENG Xiangzheng. The spatio-temporal evolutionary characteristics and regional Differences in affecting factors analysis of China's urban eco-efficiency [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2019, **39**(7): 1111 - 1118] DOI: 10.13249/j.cnki.sgs.2019.07.009
- [32] 冯婧, 杨兴柱, 王群. 皖南山区旅游效率与生态福利绩效耦合协调时空格局演变及影响因素[J]. *山地学报*, 2022, **40**(4): 597 - 613. [FENG Jing, YANG Xingzhu, WANG Qun. Spatial-temporal pattern evolution and influencing factors of coupling coordination between tourism efficiency and ecological well-being performance in the mountainous area of southern Anhui Province, China [J]. *Mountain Research*, 2022, **40**(4): 597 - 613] DOI: 10.16089/j.cnki.1008-2786.000696
- [33] 麻学锋, 胡双林. 旅游城市韧性居民幸福水平时空适配特征及影响因素—以张家界为例[J]. *资源科学*, 2022, **44**(11): 2373 - 2385. [MA Xuefeng, HU Shuanglin. Spatiotemporal adaptation characteristics and influencing factors of tourism city resilience and residents' happiness level: Taking Zhangjiajie City as an example [J]. *Resources Science*, 2022, **44**(11): 2373 - 2385] DOI: 10.18402/resci.2022.11.16
- [34] 贾卓, 杨永春, 赵锦瑶, 等. 黄河流域兰西城市群工业集聚与污染集聚的空间交互影响[J]. *地理研究*, 2021, **40**(10): 2897 - 2913. [JIA Zhuo, YANG Yongchun, ZHAO Jinyao, et al. The spatial correlation and interaction between industrial agglomeration and pollution agglomeration of Lanzhou-Xining urban agglomeration in the Yellow River basin [J]. *Geographical Research*, 2021, **40**(10): 2897 - 2913] DOI: 10.11821/dlyj020201097
- [35] 国家统计局农村社会经济调查司. 中国县域统计年鉴 2022(县市卷) [M/OL]. 北京: 中国统计出版社 [2022-12-31]. <https://www.stats.gov.cn/> [Rural Survey Organization of the National Bureau of Statistics. *China statistical yearbook-2022 (county-level)* [M/OL]. Beijing: China Statistics Press [2022-12-31]. <https://www.stats.gov.cn/>]
- [36] 湖北省统计局, 国家统计局湖北调查总队. 湖北统计年鉴—2022 [M/OL]. 北京: 中国统计出版社 [2022-10-21]. <https://tjj.hubei.gov.cn/tjsj/sjkscx/tjnj/qstjnj/> [Hubei Provincial Bureau of Statistics, Survey Office of the National Bureau of Statistics in Hubei. *Hubei statistical yearbook-2022* [M/OL]. Beijing: China Statistics Press [2022-10-21]. <https://tjj.hubei.gov.cn/tjsj/sjkscx/tjnj/qstjnj/>]
- [37] 湖南省统计局, 国家统计局湖南调查总队. 湖南统计年鉴—2022 [M/OL]. 北京: 中国统计出版社 [2022-12-15]. <https://tjj.hunan.gov.cn/hntj/tjfx/hntjnj/hntjnjwlb/index.html> [Hunan Provincial Bureau of Statistics, Survey Office of the National Bureau of Statistics in Hunan. *Hunan statistical yearbook-2022* [M/OL]. Beijing: China Statistics Press [2022-12-15]. <https://tjj.hunan.gov.cn/hntj/tjfx/hntjnj/hntjnjwlb/index.html>]
- [38] 贵州省统计局, 国家统计局贵州调查总队. 贵州统计年鉴—2022 [M/OL]. 北京: 中国统计出版社 [2022-12-14]. <https://hgk.guizhou.gov.cn/publish/tj/index.html> [Guizhou Provincial Bureau of Statistics, Survey Office of the National Bureau of Statistics in Guizhou. *Guizhou statistical yearbook-2022* [M/OL]. Beijing: China Statistics Press [2022-12-14]. <https://hgk.guizhou.gov.cn/publish/tj/index.html>]
- [39] 重庆市统计局, 国家统计局重庆调查总队. 重庆统计年鉴—2022 [M/OL]. 北京: 中国统计出版社 [2022-12-26]. [https://tjj.cq.gov.cn/zwgk\\_233/tjnj/](https://tjj.cq.gov.cn/zwgk_233/tjnj/) [Chongqing Municipal Bureau of Statistics, Survey Office of the National Bureau of Statistics in Chongqing. *Chongqing statistical yearbook-2022* [M/OL]. Beijing: China Statistics Press [2022-12-26]. [https://tjj.cq.gov.cn/zwgk\\_233/tjnj/](https://tjj.cq.gov.cn/zwgk_233/tjnj/)]
- [40] YANG Jie, HUANG Xin. The 30 m annual land cover dataset and its dynamics in China from 1990 to 2019 [J]. *Earth System Science Data*, 2021, **13**(8): 3907 - 3925. DOI: 10.5194/ESSD-13-3907-2021
- [41] CHEN Zuoqi, YU Bailang, YANG Chengshu, et al. An extended time series (2000 - 2018) of global NPP-VIIRS-like nighttime light data from a cross-sensor calibration [J]. *Earth System Science Data*, 2021, **13**(3): 889 - 906. DOI: 10.5194/ESSD-13-889-2021
- [42] 刘雨婧, 唐健雄, 麻学锋. 连片特困区旅游城镇化时空格局演化及模式研究—以湖南境内武陵山片区为例[J]. *经济地理*, 2019, **39**(10): 214 - 222 + 230. [LIU Yujing, TANG Jianxiong, MA Xuefeng. Spatial and temporal evolution and model of tourism urbanization in concentrated continuous poor areas: Taking Wuling mountainous area in Hunan as an example [J]. *Economic Geography*, 2019, **39**(10): 214 - 222 + 230] DOI: 10.15957/j.

cnki. jldl. 2019. 10. 026

[43] 李露, 徐维祥, 郑金辉. 黄河流域城镇化进程与生态效率的空间交互效应研究[J]. 经济经纬, 2022, 39(5): 25 - 34. [LI Lu, XU Weixiang, ZHENG Jinhui. A study on spatial interactive

effects between urbanization process and ecological efficiency in the Yellow River basin [J]. Economic Survey, 2022, 39(5): 25 - 34] DOI: 10.15931/j.cnki.1006-1096.2022.05.006

## Spatiotemporal Adaptability and Interaction between Tourism Urbanization and Ecological Efficiency in the Wuling Mountain Region, China

YANG Yuan<sup>1</sup>, WANG Kai<sup>1\*</sup>, LIU Meilun<sup>2</sup>, ZHAO Yan<sup>3</sup>, TAN Jiabin<sup>4</sup>

(1. College of Tourism, Hunan Normal University, Changsha 410081, China;

2. School of Geographic Sciences, East China Normal University, Shanghai 200241, China;

3. College of Economics, Jinan University, Guangzhou 510632, China;

4. College of Tourism and Aviation Management, Hunan Women's University, Changsha 410004, China)

**Abstract:** Tourism urbanization and eco-efficiency serve as core driving force and key support for high-quality integrated urban-rural development, respectively. The benign coupling interaction between the two represents a pathway for achieving high-quality development of China's new-type urbanization and enhancing the efficiency of urban-rural integration.

Previous works mostly explored the pairwise relationships among tourism, urbanization and ecosystems, unfortunately lacking in-depth analysis of the interactive mechanisms between tourism urbanization and eco-efficiency. This made it difficult to accurately grasp the internal laws governing the value transformation of the "Two Mountains Theory" (Lucid Waters and Lush Mountains Are Invaluable Assets) in regions rich in ecological and tourism resources.

In this study it innovatively introduced the ecological adaptability theory to investigate interactive mechanisms between tourism urbanization and eco-efficiency. Based on panel data from 71 counties across the Wuling Mountain Region from 2010 to 2021, it employed an adaptability model and LISA time path to characterize the spatiotemporal adaptability and evolutionary patterns of the two systems, and utilized the spatial simultaneous equations model to test their interactive relationship.

(1) It found that during the research period, the level of tourism urbanization in the Wuling Mountain Area showed a continuous upward trend (with the mean increasing from 0.06 to 0.17), and its spatial distribution pattern exhibited significant path dependency characteristics. The level of ecological efficiency demonstrated notable spatial differentiation, with high-value areas (efficiency value > 0.5) concentrated in the northwest and southeast regions, and low-value areas (efficiency value < 0.5) primarily distributed in the central region and peripheral areas.

(2) The overall coordination between tourism urbanization and ecological efficiency showed an upward trend (adaptability increased from 0.144 to 0.219), with significant spatial differentiation within the region. In the central region, the spatial structural stability was stronger than those in the southern and northern regions. The overall adaptability transfer characteristics demonstrated strong spatiotemporal dependence, with the average moving

direction showing obvious spatial transfer inertia and path dependence features.

(3) There was a significant bidirectional promoting effect between tourism urbanization and ecological efficiency (with the former having an impact coefficient of 0.525 and the latter 1.527); notably, the positive effect of ecological efficiency on tourism urbanization was stronger, but there were spatial inhibition effects and regional heterogeneity in its interaction with adjacent areas.

The research results can provide theoretical basis and practical reference for formulating coordinated development pathways between tourism urbanization and ecological civilization construction.

**Key words:** tourism urbanization; ecological efficiency; adaptability model; spatial simultaneous equations; interactive mechanism; Wuling Mountain Region

(责任编辑 朱颖彦 李嵘)

---

## 2022—2023 年冷季云贵准静止锋(KQSF)

(梁红丽 云南省气象台)

云贵准静止锋(KQSF),亦称滇黔准静止锋或西南准静止锋,是冷季活跃于中国西南地区东部云贵高原的典型天气系统。冷季 KQSF 的西进带来低温雨雪冰冻天气,极大地影响滇西南地区的社会经济稳定。从小时尺度上精准揭示 KQSF 动态演变规律,已成为提升该地区锋面预报能力的迫切需求。

详见本期《冷季西进影响云南中西部的昆明准静止锋日变化特征及环流差异》一文。