

黄河流域旅游发展与生态环境耦合协调

时空演变及交互胁迫关系验证

王兆峰 李静怡¹

(湖南师范大学旅游学院, 湖南 长沙 410081)

【摘要】黄河流域生态环境保护和高质量发展上升为重大国家战略, 探究旅游产业发展与生态环境耦合协调关系对促进区域高质量发展具有重要的现实意义。通过客观赋权熵值法确定指标权重, 结合耦合协调、交互胁迫模型, 基于黄河流域特征建立指标体系探究 2008~2017 年旅游发展和生态环境耦合协调时空演变和交互胁迫关系。结果表明: (1)时序变化上, 黄河流域整体旅游发展与生态环境耦合度水平较高(>0.8)且波动不明显, 耦合协调度在小范围内呈“W”型波动上升, 但旅游综合发展评价指数相对滞后致使其耦合协调度处于勉强协调状态; (2)空间演变上, 上、中、下游的耦合协调度存在明显差异, 表现为“东南高, 西北低”的空间格局, 由下游的中级协调、中游的初级协调过渡到上游的濒临失调; 相对发展类型空间分异明显, 下游多为生态环境滞后型, 上游多为旅游发展滞后型, 协调型省份最少且生态环境滞后型省份呈递增趋势; (3)基于双指数函数模型, 黄河流域旅游发展与生态环境存在交互胁迫关系, 演变轨迹符合多个“S”型曲线组合的发展特征。可通过健全黄河流域旅游生态保护合作框架、完善相关制度等推动黄河流域旅游产业与生态环境协同高质量发展。

【关键词】黄河流域 旅游发展 生态环境 耦合协调模型 交互胁迫模型

【中图分类号】:X321 **【文献标识码】**:A **【文章编号】**:1004-8227(2022)02-0447-14

黄河流域在中国生态安全和经济社会发展中具有重要的全局性和战略性地位。首先, 黄河流域是连接青藏高原、黄土高原、华北平原的生态廊道, 拥有三江源、祁连山等多个国家公园和国家重点生态功能区; 同时, 黄河流域也是我国重要的自然和文化旅游资源富集带, 拥有雄伟秀丽的自然景观, 丰富独特的人文景观、草原、水域湿地以及多个以水利工程为基础的生态旅游景区, 截止 2018 年, 黄河流域拥有 A 级景区 3497 家, 占全国总数的 32.36%。近年来, 借助丰富独特的自然和人文旅游资源, 黄河流域旅游业得到了一定发展, 2018 年, 国内旅游人数与旅游收入分别占全国总数的 27.81% 和 25.90%, 入境旅游人数和旅游外汇收入分别为 13.72% 和 11.95%。但由于黄河流域特殊的地理单元, 其资源环境承载力有限, 生态敏感性强, 且目前流域经济发展仍以重工业为主, 产业低端, 其粗放式的发展方式造成黄河流域存在水源涵养功能低、草原湿地功能区水土流失、生物多样性面临威胁以及空气污染等一系列生态环境问题, 据统计报告显示, 2018 年, 全国空气质量相对较差的 20 个城市中, 15 个在黄河流域。2019 年, 习近平总书记在郑州召开黄河流域生态保护和高质量发展座谈会, 黄河流域生态环境保护和高质量发展上升为重大国家战略, 绿色发展转型升级成为了黄河流域各省份的一致行动, 旅游业作为绿色和生态文明建设重要引领产业, 成为各省份经济结构转型升级的新引擎。但旅游业环境依托的自然属性决定其对生态环境保护带来积极促进作用的同时, 也因旅游行为发生带来的人流、交通流等而对生态环境产生胁迫效应, 生态环境承载力阈值也会对旅游发展产生制约效应, 即旅游发展与生态环境之间相辅相成, 又相互制约。因此, 厘清黄河流域旅游发展与生态环境的耦合协调关系, 对推动黄河流域生态环境保护和区

¹作者简介: 王兆峰(1965~), 男, 教授, 主要研究方向为旅游地理等. E-mail: jdwzf@126.com

基金项目: 国家自然科学基金(41771162; 湖南省国内一流培育学科建设项目(5010002)

域经济高质量发展具有重要的理论与现实意义。

目前，伴随旅游产业在全球范围内的快速发展，其与生态环境之间相互促进、相互制约的关系愈加突出^[1]，旅游与生态环境的关系问题也成为了国内外学者关注的热点问题。国外学者对旅游与生态环境的研究最早可追溯到1920年，在研究早期，国外学者较多从旅游活动对环境影响的概念^[2]、旅游活动带来的环境变化^[3]、可持续旅游评价体系^[4]、旅游与环境伦理^[5]等旅游对生态环境的影响进行探究。随着研究的不断深入，国外学者开始关注生态环境对旅游的影响，并发现生态环境变化对旅游发展具有强烈的反作用，尤其在气候变暖方面^[6, 7]。研究方法上，国外学者基于可持续发展理论^[8]、旅游压力指数法^[9]、生态足迹分析法^[10]、面板回归方法^[11]等多种方法进行探究。国内在旅游与生态环境问题研究上虽然起步较晚，但研究方法新颖，研究成果丰富。从研究主题来看，国内学者的关注点集中在旅游业与生态环境的耦合协调度分析^[12, 13]、生态环境与旅游经济发展的门槛效应^[14]、生态环境阈值和旅游承载力^[15, 16]以及旅游活动对生态环境的影响解析^[17]等方面，也有部分学者对经济、旅游与生态环境^[18, 19, 20]以及城镇化、旅游与生态环境三者^[1, 6, 21]的耦合协调关系进行探究；从研究区域来看，学者对旅游与生态环境的研究以中东部发展较好的区域为主，研究单元涵盖了国家^[22]、省域^[23]、市域^[24]等。近年来，随着一系列国家重大发展战略的提出，从区域范畴研究旅游与生态环境耦合关系的文献也开始增多^[13, 25, 26]；在研究方法上，学者们主要运用耦合协调度模型^[27]、交互胁迫模型^[18]、TOPSIS 分析法^[28]、面板回归方法^[29]、空间统计分析方法^[30]等对旅游发展与生态环境的耦合协调效应进行定量分析。同时，随着研究的持续深入，旅游与环境互动发展中的人地关系^[31]、旅游发展的生态补偿^[32]等也成为了学者新的关注领域。

通过文献梳理发现，旅游发展与生态环境存在显著的耦合协调效应，且学者们通过系统多样的方法对旅游与生态环境的相互关系、门槛效应等进行了深入研究，但多数研究聚焦于国家、省域、市域研究单元，虽然近年来开始扩展到城市群以及重大国家战略区域，但对于黄河流域这一承载了“生态文明建设”的重要区域性载体的研究比较少，也缺乏对旅游发展与生态环境的交互胁迫关系的验证部分。基于此，本文选取黄河流域作为研究对象，以2008~2017年的数据为样本，基于黄河流域目前的生态环境问题构建独特的生态环境综合评价指标体系，旅游发展指标体系，通过耦合协调度和相对发展度模型对旅游发展与生态环境的相互作用进行探究，同时引入双指数函数模型验证旅游发展与生态环境交互胁迫关系，最后提出相关建议以期为黄河流域旅游-生态环境高质量发展提供参考。

1 旅游发展与生态环境耦合机理分析

在人文地理学领域，诸多学者基于人地关系理论探究了可持续发展问题^[33]，人地关系主要研究主体（人）和环境（地）的相互作用，两者共同构成了一个复杂的开发系统—人地系统^[34]。旅游作为以人为主体的行业，旅游活动是人类活动的重要组成部分，生态环境作为狭义上的地理环境，人地系统理论是旅游与生态环境耦合研究的理论根基，旅游与生态环境协调发展也是人地关系可持续发展的重要体现。基于人地关系理论，本文将旅游与生态环境定义为一个开放的复杂巨系统，两者相互作用又彼此制约。

从旅游发展对生态环境的作用来看，一方面，旅游发展对生态环境保护具有积极的促进作用，根据内生增长理论，经济增长将有效的推动技术进步^[35]，旅游业作为国民支柱型产业，旅游发展带来的旅游经济效益能够促进区域经济增长，为生态环境保护提供更多的资金支持；同时旅游的经济效益推动旅游产业技术变革，旅游产业的技术进步可以优化旅游资源配置，降低资源开发过程中的自然资源消耗。另一方面，旅游作为具有较强关联性的综合性产业，旅游行为的发生会带来人员、服务以及交通流动，人员流动带来的人群效应，以饭店、旅游景区为代表的旅游服务部门服务过程中产生的废水、固体废弃物、生活垃圾以及旅游交通流动产生的废气等都会对生态环境造成巨大的压力；此外，旅游带来的旅游经济效益诱使旅游企业为追求经济利益最大化而盲目开发旅游资源，也会对生态环境产生胁迫效应。

从生态环境对旅游发展的作用来看，一方面，旅游业作为资源依托型产业，良好的生态环境是其得以发展的基础和保障^[1]，良好的生态环境对旅游资源来说是一种有着经济价值的资源^[36]，从经济增长模型来看，优美的自然环境是旅游经济产出中必不可少的资本投入。同时，旅游业作为外部依赖性极强的行业，良好的生态环境为旅游服务提供强有力的支撑，在吸引旅游者的同时还可以增加游客体验满意度，提高游客重游率，为旅游发展带来良好的经济效益。另一方面，有限的生态承载能力又会对旅游发

展产生制约效应。一旦旅游在发展过程中超出了生态承载能力阈值,旅游活动就会对生态环境造成极大的破坏,导致旅游景区环境要素支撑能力下降,抑制甚至逆转旅游发展。

在旅游发展与生态环境这个开放的复杂巨系统中,旅游资源开发、旅游行为带来的人员、交通流动产生的各种废弃物对旅游地原始生态环境产生压力,而生态环境状态的变化又反过来影响旅游活动和生态福利绩效,进而通过外界政府的环境保护政策、意识和行为改变等对这些变化做出响应^[37],形成旅游发展与生态环境之间的“压力-状态-响应”互动耦合关系。旅游发展与生态环境的协调共生有赖于发挥各系统要素的相互调节、促进与良性耦合,最终形成整个旅游与生态环境人地系统的可持续发展。

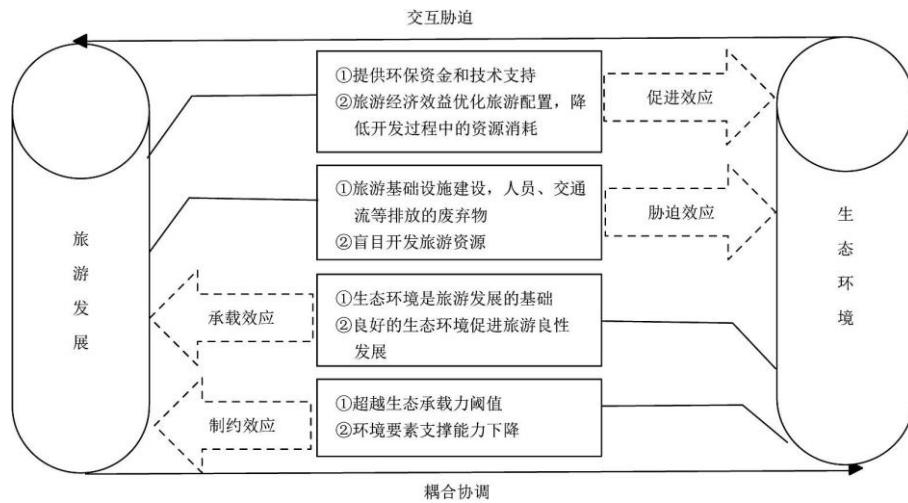


图1 旅游发展与生态环境耦合作用机理

2 研究方法与指标体系构建

2.1 研究方法

2.1.1 熵值法(SEM)

熵值法是利用评价指标本身固有信息来评价指标的效用价值的客观赋权方法。首先对数据进行标准化处理:

正向指标的处理方式:

$$y_{ij} = (X_{ij} - X_{ij\min}) / (X_{ij\max} - X_{ij\min}) \quad (1)$$

负向指标处理方式:

$$y_{ij} = (X_{ij\max} - X_{ij}) / (X_{ij\max} - X_{ij\min}) \quad (2)$$

然后计算各指标的权重,公式如下:

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m y_{ij} \ln (y_{ij}) \quad (3)$$

$$W_j = (1 - e_j) / \sum_{i=1}^n (1 - e_i) \quad (4)$$

式中: e_j 为指标熵值, $0 \leq e_j \leq 1$; y_{ij} 为第 i 个样本、第 j 项指标的标准化值; m 和 n 分别为样本数和指标数; $k=1/\ln m$; W_j 为指标权重, 本文通过 stata14.1 计算各指标的权重。

2.1.2 综合评价方法

设 x_i ($i=1, 2, \dots, k$) 和 y_j ($j=1, 2, \dots, l$) 分别为旅游发展系统和生态环境系统的评价指标, 则 2 个子系统的综合评价函数模型可分别表示为:

$$t(x) = \sum_{i=1}^k a_i x_i, \quad e(y) = \sum_{j=1}^l b_j y_j \quad (5)$$

式中: $t(x)$ 和 $e(y)$ 分别表示旅游发展系统和生态环境系统的综合评价值; a_i 和 b_j 分别表示两系统各指标的权重; x_i 和 y_j 分别表示两系统各指标的标准化值。

2.1.3 耦合协调度模型

耦合度是基于物理学中的耦合概念, 定义不同系统之间彼此作用程度的方法。参考已有研究^[38, 39], 将旅游发展-生态环境系统相互作用的耦合度模型表示为:

$$C = \{[t(x) \times e(y)] / [t(x) + e(y)]^2\}^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

式中: C 为耦合度, 且 $C \in [0, 1]$ 。 C 值越大, 表明系统间要素互动情况越良好。虽然耦合度模型可反映旅游与生态环境相互作用强弱, 但存在两系统实际发展水平低下而耦合度虚高的情况, 因此引入耦合协调度模型, 公式为:

$$D = \sqrt{C \times T}, \quad T = \alpha t(x) + \beta e(y) \quad (7)$$

式中: D 为耦合协调度; T 为系统综合发展指数, 反映旅游发展与生态环境各自的贡献; α 、 β 为待定系数, 一般 $\alpha + \beta = 1$; 借鉴已有学者的研究成果^[25, 40], 并且考虑到黄河流域发展过程中, 旅游发展与生态环境相辅相成, 故黄河流域生态环境与旅游发展重要性相当, α 和 β 均取值 0.5 和 0.5; 为直观解释旅游发展与生态环境耦合协调发展状况所处的时序空间, 借鉴已有学者的研究成果^[41, 42, 43], 将耦合协调度细分为 10 个等级: 0~0.09 为极度失调, 0.1~0.19 为严重失调, 0.20~0.29 为中度失调, 0.30~0.39 为轻度失调, 0.40~0.49 为濒临失调, 0.50~0.59 为勉强协调, 0.60~0.69 为初级协调, 0.70~0.79 为中级协调, 0.80~0.89 为良好协调, 0.90~1.00 为优质协调。

为进一步确定旅游发展与生态环境的相对发展水平, 本文引入了相对发展模型^[44, 45], 公式如(8)所示, 其中, δ 为相对发展

度,当 $0 < \delta \leq 0.9$ 说明该流域旅游发展滞后于生态环境;当 $0.9 < \delta \leq 1.2$ 说明旅游与生态环境协调发展,两者互为动力;当 $\delta > 1.2$ 说明生态环境滞后于旅游发展,应加大环保资金投入,促进区域生态环境良好发展。

$$\delta = t(x) / e(y) \quad (8)$$

2.1.4 交互胁迫模型

交互胁迫理论认为,旅游系统与生态环境系统具有复杂的交互胁迫关系,包括恶性循环关系和良性循环关系。国内学者周一星^[46]研究发现城市化水平与经济增长呈对数曲线关系。Grossman 等^[47]证实生态环境状况与经济发展水平之间存在倒“U”形曲线的变化关系。黄金川等^[48]根据上述两种关系,通过数学方法推导出城市化与生态环境之间的交互胁迫关系的双指数函数。旅游与生态环境即相互作用又彼此制约,为了进一步探究两系统的内部胁迫关系,本文借鉴双指数函数模型揭示两系统的交互胁迫轨迹,数学表达式如下:

$$Z = m - n(10^{(y-b)/a} - p)^2 \quad (9)$$

式中: Z 为生态系统指数, y 为旅游发展系统指数, m 为生态环境阈值, n, a, b, p 为待定参数。当 $10^{(y-b)/a} < p$ 时,生态环境随旅游发展的提高而逐渐恶化;当 $10^{(y-b)/a} = p$ 时,生态环境的恶化程度达到最大值 m ;当 $10^{(y-b)/a} > p$ 时,生态环境随旅游发展的提高逐渐转好。

2.2 指标体系构建

旅游发展系统和生态环境系统作为两个复杂系统,对其进行评价的前提和基础就是构建科学合理的评价指标体系。通过对相关研究文献梳理分析,基于旅游发展与生态环境的耦合机理,旅游发展主要通过经济增长、旅游行为带来的人群效应以及旅游相关服务部门等作用于生态环境。因此,在遵循指标选取的代表性、系统性、独立性与可获得性等原则的基础上,参照郭向阳等^[37]、王振波等^[13]的研究,从旅游设施、旅游规模、旅游效益、旅游地位 4 个方面,内含 9 项指标反映旅游发展的基础设施、旅游流量、经济增长以及旅游发展贡献效应,进而综合反映旅游发展水平;考虑到黄河流域生态环境破坏问题主要为水体污染、草原湿地生态功能区水土流失等,参照我国生态环境部门相关评价指标并借鉴相关学者的研究^[49],基于 PSR 模型从压力、状态、响应 3 个方面,选取了 13 项指标构建生态环境系统(表 1)。

2.3 数据来源

文中旅游发展指标体系所用的数据来源于《中国旅游统计年鉴》(2009–2018)、各省份的《统计年鉴》(2009–2018)以及各省份的国民经济和社会发展公报(2008–2017)。生态环境指标体系中的数据则来源于《中国环境统计年鉴》(2009–2018)、《中国能源统计年鉴》(2009–2018)、各省份的环境状况公报(2008–2017)。指标中的少部分数据来自于各省的政府工作报告和相关网站。

3 实证分析

3.1 旅游发展与生态环境耦合协调时序分析

表 1 黄河流域旅游发展与生态环境耦合协调度评价体系

系统	要素	评价指标	指标功效	指标权重
旅游发展	旅游设施	星级饭店数(个)	+	0.0944
		旅行社数(个)	+	0.1028
		A 级景区数(个)	+	0.1126
	旅游规模	国内旅游人数(万人)	+	0.1279
		入境旅游人数(万人)	+	0.1343
	旅游效益	国外旅游收入(亿元)	+	0.1217
		入境旅游收入(亿元)	+	0.1656
	旅游地位	旅游收入占 GDP 比重(%)	+	0.0723
		旅游收入占第三产业比重(%)	+	0.0684
	压力	废水排放总量(万 t)	-	0.0548
		二氧化硫排放量(万 t)	-	0.0668
		工业固体废物产生量(万 t)	-	0.0601
		PM2.5 年均浓度(ug/m ³)	-	0.0639
生态环境		森林覆盖率(%)	+	0.0799
	状态	自然保护区面积占比(%)	+	0.1395
		湿地面积占比(%)	+	0.1084
		地表水优质率(%)	+	0.0847
		生活垃圾无害化处理率(%)	+	0.0399
	响应	城市污水处理率(%)	+	0.0390
		工业固体废物综合利用率(%)	+	0.0963
		造林面积占比(%)	+	0.0783
		污染治理投资占 GDP 比重(%)	+	0.0885

注：“+”表示该指标属于正向指标，“-”表示该指标属于负向指标。

根据耦合协调度的计算方法，分别计算了 2008 年以来黄河流域旅游发展与生态环境的综合发展指数、耦合度、耦合协调度(表 2、图 2)。结果显示：(1)旅游发展子系统评价指数波动上升，其变化大致分为 4 个阶段。具体来看，黄河流域旅游发展水平在 2008~2010 年呈下降趋势，这是由于 2008 年发生了汶川地震，四川及周边省份的旅游发展均受到一定的影响。2010~2013 年，各省份出台相应政策推动旅游发展，区域旅游发展水平呈增长趋势；2013~2014 年，旅游发展水平又有所下降，这是由于

在此期间,环境污染严重,尤其是北方雾霾严重,中央八项政策的出台使得旅游发展水平有所降低。2014~2017年,随着雾霾防治和旅游相关产业经营策略的调整,黄河流域旅游发展水平又呈增长趋势。(2)从生态环境子系统评价指数来看,黄河流域生态环境发展水平基本符合环境库兹涅茨倒U型曲线,在2008~2017年多次呈现倒U型发展形态。2008~2010年,受汶川地震的影响,四川及周边省份旅游与经济发展受到影响,从而生态环境质量有所提高。2010~2013年,旅游的快速发展先对生态环境造成胁迫效应,随后产生积极的促进效应,使黄河流域的生态环境在2013年达到了10年间最优。2013~2014年,环境污染严重,尤其是PM_{2.5}浓度上升,黄河流域生态环境质量急速下降。2014~2016年,受之前环境污染严重影响,生态环境质量仍呈下降趋势,但随着2015年高质量发展理念的提出,其下降速率较之前明显降低,并在2017年又呈增长趋势。(3)从系统综合发展指数来看,在整体不断上升的基础上与旅游发展和生态环境的波动趋势基本一致。系统综合发展指数从2008年的0.4004上升为2017年的0.4295。(4)从耦合度来看,近十年来,黄河流域旅游发展与生态环境耦合度变化幅度不大且处于高水平耦合阶段(C>0.8),与黄河流域近10年的均值0.8164比,2008~2013年耦合度低于均值,而后4年耦合度高于均值,2017年的耦合度是2008年的1.03倍,以上表明黄河流域旅游发展与生态环境在发展过程较为稳定且具有较强的关联性。受自然灾害以及旅游政策的影响,2008~2013年间旅游发展与生态环境的互动效应波动下降;随着十八大生态文明建设理念的提出,各省份旅游业抓住契机深化改革,生态环境保护也得到重视,旅游发展与生态环境互动效应开始回升。(5)从耦合协调度来看,2008~2017年间旅游发展与生态环境的耦合协调度总体呈小“W”型增长态势。旅游发展与生态环境水平不断上升使得2008~2010年耦合协调度缓慢上升,并在2010年达到研究期内的第一个小高点;2011年耦合协调度较2010年有所下降,究其原因,旅游粗放式的发展方式对生态环境的胁迫效应显现出来,2011年的生态环境水平较2010年下降2.7%;2014年受环境及中央八项政策影响,旅游产业多个要素部门受到影响,旅游发展水平较2013年下降3.6%,耦合协调度出现研究期内的第二个“低点”;2015~2017年耦合协调度持续上升,2017年的耦合协调度较2015年上升1.6%,达到10年间的最大值。2015年高质量发展理念的提出推动了旅游产业的结构性改革,旅游行业开始追求高质量发展,耦合协调度的上升也证实高质量发展理念在黄河流域旅游-生态系统已经取得了一定的成效。

表2 2008~2017年黄河流域旅游发展与生态环境耦合协调指标

年份	旅游发展评价指数 t(x)	生态环境评价指数 e(y)	系统综合发展指数(T)	耦合度(C)	耦合协调度(D)	耦合协调等级
2008	0.3675	0.4334	0.4004	0.8081	0.5583	勉强协调
2009	0.3593	0.4511	0.4052	0.8088	0.5611	勉强协调
2010	0.3604	0.4579	0.4091	0.8165	0.5695	勉强协调
2011	0.3706	0.4454	0.4080	0.8165	0.5638	勉强协调
2012	0.3830	0.4468	0.4149	0.8131	0.5679	勉强协调
2013	0.3986	0.4837	0.4411	0.8132	0.5871	勉强协调
2014	0.3842	0.4577	0.4210	0.8180	0.5759	勉强协调
2015	0.3980	0.4512	0.4246	0.8220	0.5793	勉强协调
2016	0.4024	0.4461	0.4242	0.8253	0.5852	勉强协调
2017	0.4095	0.4495	0.4295	0.8289	0.5886	勉强协调
平均值	0.3833	0.4522	0.4178	0.8164	0.5737	勉强协调

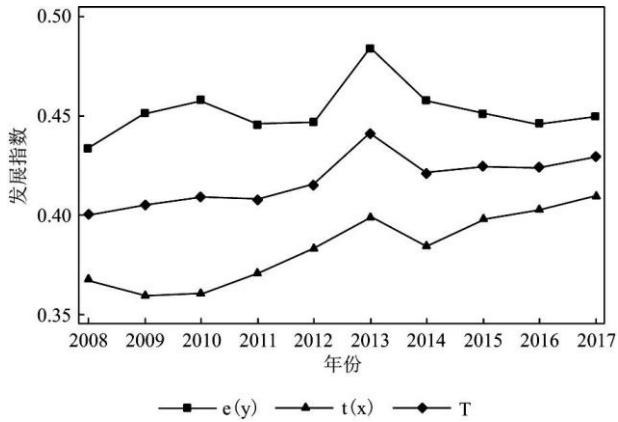


图 2 黄河流域旅游发展与生态环境发展水平

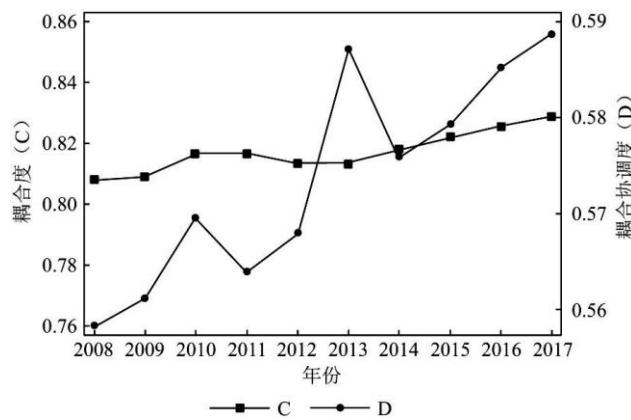


图 3 黄河流域旅游发展与生态环境耦合协调度的时序特征

3.2 旅游发展与生态环境耦合协调空间分异

2008~2017 年, 黄河流域总体耦合协调度呈波动上升趋势, 但不同省份之间的耦合协调度存在明显差异。文章选取 2008, 2011, 2014, 2017 年 4 个截面数据, 绘制旅游发展与生态环境耦合协调发展空间分异图(图 4)。

2008 年, 耦合协调度为失调状态的区域集中于黄河上游省份。其中宁夏耦合协调度为 0.151, 处于严重失调状态; 青海耦合协调度为 0.369, 处于轻度失调状态; 甘肃耦合协调度为 0.415, 处于濒临失调状态。这主要由于 3 个省份整体发展相对落后, 经济增长缓慢, 处于西北经济塌陷区, 近年来旅游业虽然得到了一定发展, 但发展水平仍然较低, 使得地区耦合协调度相对较低。同样位于上游的内蒙古借助草原资源优势, 旅游发展持续向好, 与生态环境处于初级协调状态。四川省仅阿坝藏族自治州位于黄河流域, 其他区域跨长江经济带, 经济发展成绩显著, 且四川省自然资源和旅游资源丰富, 借助十一五期间的西部开发政策扶持, 旅游得到良好发展, 与生态环境处于初级协调状态。中游的陕西耦合协调度处于 0.60~0.69 区间, 为初级协调类型。山西省煤炭资源丰富, 在其经济结构中, 以煤碳资源开发为主的第二产业占主导地位, 环境污染严重, 生态环境指数较低, 与旅游发展处于勉强协调状态。下游的山东省耦合协调度为 0.829, 属于良好协调类型, 是九个省份中耦合协调度最高的省份。

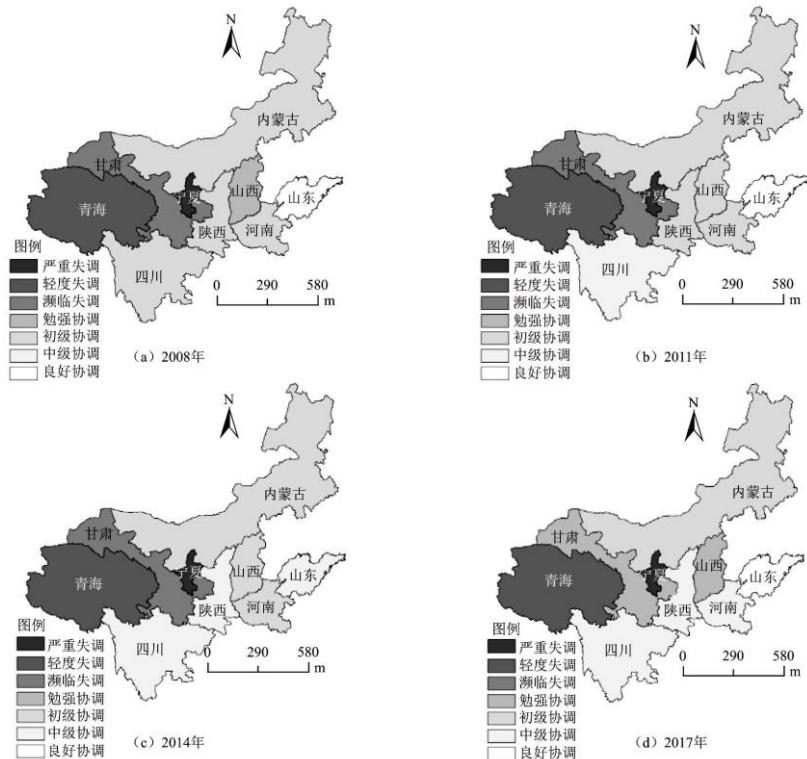


图4 黄河流域旅游发展与生态环境耦合协调度时空格局

2011年，耦合协调度仍为上游<中游<下游。中游省份首次全部步入初级协调状态，上游的四川省由初级协调状态上升为中级协调状态。2014年，上游的甘肃、青海、宁夏仍为失调类型；中游的陕西耦合协调度不断优化，由原来的初级协调状态上升为中级协调状态。这得益于，近年来陕西省借助自媒体等现代化、电子化手段为旅游发展注入新活力，旅游影响力提升，尤其以西安为代表，旅游增势明显。下游的山东省依然维持良好协调状态，在9省份中耦合协调度最高。2017年，上游的甘肃省首次进入协调状态，与山西省同属于勉强协调类型。这一方面得益于于一带一路倡议的提出为甘肃的经济和旅游发展带来了新机遇，甘肃省位于丝绸之路黄金段的优势地理位置和独特的文化旅游资源推动了甘肃旅游发展，另一方面得益于甘肃省“十二五”期间展开的生态环境保护技术推广示范取得突破性进展，促进了甘肃省生态环境建设；中游的山西省耦合协调度由初级协调状态降为勉强协调状态。究其原因在于：山西省生态环境相关工作管控不力，存在自然保护区违规开发、重点行业污染防治设施提质改造进度滞后等现象，生态环境系统综合评价指数由2014年的0.3967下降为0.2639，使其与旅游发展耦合协调度降低；下游的河南省耦合协调度持续优化，首次进入中级协调状态。其他省份耦合协调度在小范围内波动上升，耦合协调类型未发生变化。整体上看，黄河流域九省份的旅游发展与生态环境耦合协调度正逐渐优化，中度协调状态由2008年的0省份上升为2017年的3省份，失调状态由2008年的3省份下降为2017年的2省份。在空间分布上黄河流域上游、中游、下游存在空间差异，表现为“东南高，西北低”的空间分异格局，且中上游耦合协调度在十年间优化更明显。

3.3 旅游发展与生态环境相对发展类型

根据旅游发展与生态环境的相对发展模型，2008~2017年间（图5），黄河流域生态环境滞后型省份逐渐增多，且在空间分布上位于中下游；旅游发展滞后型省份集聚于上游；旅游与生态环境协调发展型省份位于中游。具体来看，生态环境滞后型省份多位于中下游是因为中下游拥有丰富的自然和人文旅游资源，加之经济发展相对较好，凭借资源优势和完善的旅游基础设施，旅游发展如火如荼，旅游发展评价指数一直位于九省份的前列，但前期快速粗放的发展方式为生态环境带来了巨大压力，对生态环境产生了胁迫效应，生态环境评价指数滞后于旅游发展评价指数。但从时间维度来看，中下游各省份的生态环境评价指数与旅游发

展评价指数的差距在不断缩小,这得益于近年来国家的生态文明建设理念和多个生态环境保护政策的出台。以下游的河南省为例,在研究期内,其相对发展类型成功由生态环境滞后型转变为协调发展型。这得益于近年来河南省坚持一张蓝图保发展、一体共治建生态的理念,先后成立生态建设、国土空间规划、防止污染等工作专班来推动黄河生态建设,并通过旅游资源的外溢辐射效用将区域的绿水青山转变为金山银山。九省份中协调发展型省份最少,研究期内,只有中游的山西、陕西相对发展度在0.9~1.2上下波动。值得注意的是,山西省、陕西省2017年的生态环境评价指数较2016年分别下降29.5%、13.1%,相对发展类型均由协调发展型转变为生态环境滞后型,这一现象应引起相关部门重视,并在日后的发展中推动旅游与生态环境融合发展,促进生态环境保护与旅游业正循环发展。旅游发展滞后型省份则集聚于西部及北部欠发达地区。如内蒙古、甘肃、青海和宁夏,这四省份整体发展水平较低,旅游业处于发展的初级阶段,生态资源禀赋相对充裕,旅游发展滞后于生态环境综合水平。上游的四川受2008年汶川地震影响,2008~2011年旅游与生态环境协调发展,但作为9省份中的旅游强省,旅游业日渐回温,2017年旅游发展水平较2012年增长7.4%,成为下游唯一生态环境滞后型省份。整体而言,受旅游资源禀赋、经济发展等因素影响,黄河上、下游省份相对发展类型存在显著空间差异;黄河流域旅游与生态环境协调发展型省份较少,旅游发展与生态环境保护良性互动响应仍有较大上升空间。

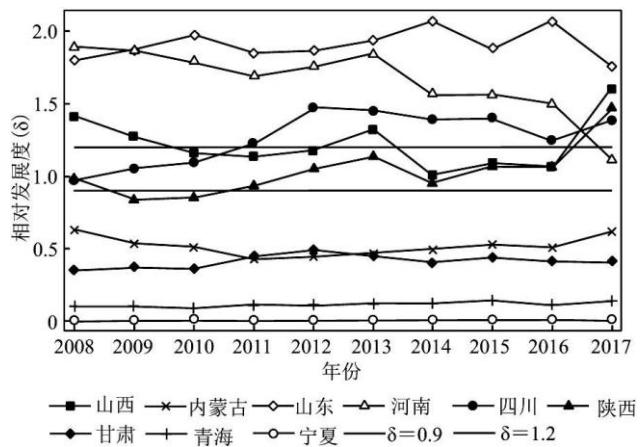


图5 黄河流域旅游发展与生态环境相对发展类型

3.4 旅游发展与生态环境胁迫效应分析

本文运用MATLAB2019对黄河流域2008~2017年间9省份的旅游发展水平和生态环境水平进行曲线拟合,推导出相应的双指数关系函数(表3)及曲线(图6)。

如表3所示, m 表示曲线拐点出现时生态环境的恶化程度,其大小为:青海>山东>宁夏>山西>甘肃>内蒙古>陕西>四川>河南,表明黄河流域旅游发展与生态环境双指数曲线出现拐点时, m 值较大的省份承载的生态压力较大。以青海省为例,作为9省份中 m 值最大的省份,因其拥有三江源、青海湖流域等重点生态功能区,属于生态脆弱区,因此出现拐点时其承载较大的生态压力。 n 值表示生态环境与旅游系统发展速率有关,从 n 值来看,山西>宁夏>内蒙古>青海>陕西>甘肃>山东>四川>河南,表明黄河流域各省份生态环境压力与旅游产业规模扩张速率有关,旅游系统变化速率越快,生态环境恶化越迅速。 n 值较大的省份多位于旅游处于初级发展阶段且生态环境较脆弱的上游地区; b 值的大小反应了双指数曲线拐点出现的早晚。 b 值越大,说明拐点出现时旅游系统发展水平越高。从 b 值来看,山东>陕西>四川>山西>河南>内蒙古>甘肃>青海>宁夏,表现出黄河流域旅游发展水平越高省份的拐点晚出现于水平较低省份,且拐点出现时旅游发展水平较高,这一结论山东最为典型。

表3 2008~2017年黄河流域九省份旅游发展与生态环境系统双指数关系函数

省份	双指数关系方程式	m 值	n 值	a 值	b 值	p 值
山西	$Z=0.565-1.119(10^{(y-0.465)/0.041}-0.431)^2$	0.565	1.119	0.041	0.465	0.431
内蒙古	$Z=0.492-0.546(10^{(y-0.325)/0.378}-0.804)^2$	0.492	0.546	0.378	0.325	0.804
山东	$Z=0.648-0.382(10^{(y-0.830/1.305)}-0.385)^2$	0.648	0.382	1.305	0.830	0.385
河南	$Z=0.290+2.011(10^{(y-0.366)/0.836}-1.738)^2$	0.290	-2.011	0.836	0.366	1.738
四川	$Z=0.417+0.984(10^{(y-0.566)/0.864}-1.109)^2$	0.417	-0.984	0.864	0.566	1.109
陕西	$Z=0.470-0.481(10^{(y-0.6445)/0.1471}-0.3221)^2$	0.470	0.481	0.147	0.644	0.322
甘肃	$Z=0.554-0.409(10^{(y-0.185)/0.039}-0.627)^2$	0.554	0.409	0.039	0.185	0.627
青海	$Z=0.797-0.495(10^{(y-0.125)/0.191}-1.105)^2$	0.797	0.495	0.191	0.125	1.105
宁夏	$Z=0.583-0.758(10^{(y-0.078)/0.2031}-1.041)^2$	0.583	0.758	0.203	0.078	1.041

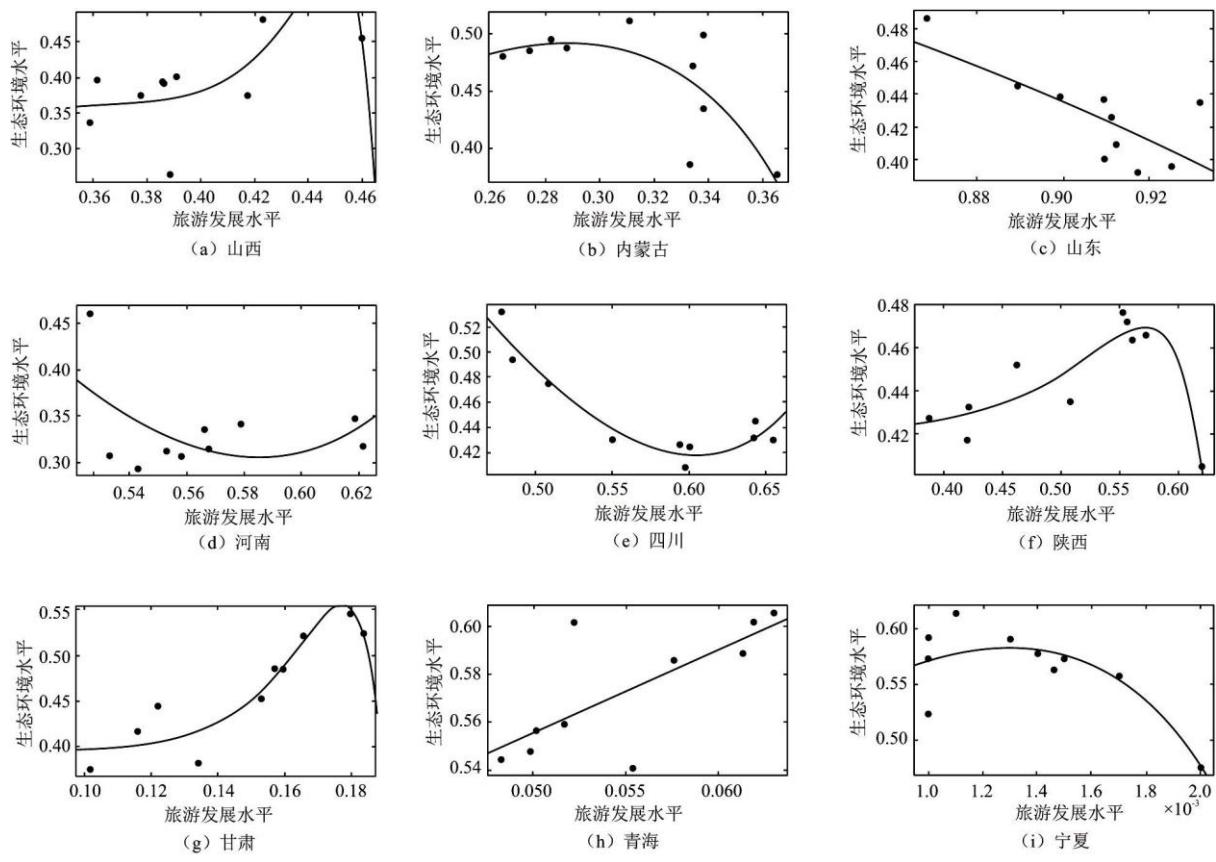


图 6 2008~2017 年黄河流域 9 省份旅游发展与生态环境交互关系双指数曲线

黄河流域旅游发展与生态环境演变轨迹存在阶段性和空间发展不均衡性，演变轨迹符合多个“S”型曲线组合的节律性发展特征。具体表现为，经济发展较好的省份集聚于中下游，当拐点出现时，旅游发展水平较高；经济欠发达的省份位于黄河上游，

当拐点出现时，其承受的生态环境压力较高；在拐点出现之前，旅游发展使生态环境压力增加，在拐点出现之后，生态环境压力随旅游发展而降低。这一过程的演进，说明所求出的双指数曲线方程和拟合图可以反应出黄河流域 9 省份旅游发展与生态环境交互胁迫的基本演变轨迹，即生态环境对旅游发展表现出明显的约束作用，而旅游发展对生态环境具有明显的胁迫作用。

综上所述，黄河流域旅游发展与生态环境之间具有显著的胁迫和明显的约束作用。具体表现为随着黄河流域旅游业的迅猛发展，旅游人数快速增长，景区建设面积不断扩张，但囿于前期旅游业与生态环境问题尚未引起足够重视，旅游资源过度开发，景区设施错乱分布、旅游垃圾污染严重等生态问题日益严峻，因而严重阻碍了黄河流域高质量、可持续发展的进程。

4 结论与讨论

4.1 结论

本文以黄河流域作为研究对象，在分析旅游发展与生态环境作用机理的基础上，通过构建旅游发展与生态环境综合发展指标体系，运用耦合协调和相对发展模型，定量测度了 2008~2017 年黄河流域旅游发展与生态环境耦合协调发展时空格局及二者同步发展状态，并运用双指数函数模型定量验证了旅游发展与生态环境交互胁迫关系。得出如下结论：

(1) 综合发展水平时序变化上，黄河流域整体的生态环境综合发展水平大于旅游发展水平，但两者评价指数均不高；两者随时间增长均呈上升态势，但增长速度较慢。

(2) 耦合协调度时序变化上，黄河流域旅游发展与生态环境的耦合度一直保持较高水平(>0.8)且波动不明显，耦合协调度总体呈“W”型增长态势，但旅游发展的相对滞后使其耦合协调度一直处于勉强协调状态。

(3) 耦合协调度空间演变上，上、中、下游省份存在明显差异，表现为“东南高，西北低”的空间格局。在研究期内，上游(甘肃、青海、宁夏、四川和内蒙古)的平均耦合协调度为 0.485，属于濒临失调状态；中游(山西、陕西)的平均耦合协调度为 0.656，属于初级协调状态；下游(河南、山东)的平均耦合协调度为 0.717，属于中度协调状态。

(4) 从相对发展度来看，上游省份因整体经济发展落后，旅游发展处于初级阶段，多为旅游发展滞后型，下游省份凭借丰富的旅游资源和完善的旅游服务设施，旅游发展如火如荼，多为生态环境滞后型；协调发展型省份最少且均位于中游。值得注意的是，从时间维度来看，生态环境滞后型省份呈递增趋势，各省份应引起警觉并在日后的发展中积极推动旅游产业结构升级，促进旅游与生态环境保护协同发展。

(5) 基于双指数函数模型，黄河流域生态环境对旅游发展存在显著约束效应，旅游发展对生态环境存在显著胁迫效应。从拐点出现时黄河流域各省份旅游发展水平与演变速率来看，旅游发展水平较高的省份拐点晚出现于水平较低省份，且拐点出现较早的省份面临较大的生态环境恶化风险。随着自然环境的改变和社会经济的发展，目前黄河流域生态环境保护和可持续发展仍面临很大挑战，今后各省份可结合自身特点，在旅游与生态环境协调发展的基础上，推动区域发展与生态环境实现整体效益最大化。

4.2 建议

2008~2017 年，黄河流域作为我国重要生态屏障，旅游发展与生态环境的耦合协调度不断优化，但从空间维度来看，黄河流域上、中、下游的耦合协调度仍存在较大差异，且相对发展类型属于生态环境滞后型的省份呈递增趋势，为推动黄河流域旅游与生态环境协同发展，本文提出以下建议：

(1) 各省份在发展过程中加强旅游环境保护区域协作,破除行政区划的条款分割,建立健全黄河流域旅游生态保护合作框架,在框架内,加强旅游发展理念、技术的交流互鉴。黄河流域上游省份旅游发展水平不高,且生态环境比较脆弱,可以加强与中下游旅游发展较好省份的技术、理念互鉴,推动黄河上游省份旅游可持续发展,并通过旅游发展产生的反哺效应,为生态治理、环境保护提供坚实的经济后盾,进而推动黄河流域生态保护进入由点带面、由浅入深、由粗到细的系统化、协同化阶段。

(2) 优化旅游发展结构,因地制宜的发展复合型生态系统。正如习近平总书记指出的那样,“黄河流域自然景观壮丽秀美”,沙漠浩瀚,草原广布,峡谷险峻,这些均为旅游发展的本底资源。上游的三江源、祁连山、中游的沙漠沙地、下游的河口湿地等国家公园和国家重点生态功能区,生态环境脆弱,宜重点发展生态旅游、科普旅游、红色旅游和研学旅游,而非大规模团进团出的大众旅游。生态环境是载体和支撑,是吸引游客到访的要素而非接待游客的空间。在旅游发展过程中不能为追求发展速度而破坏生态红线,要不断优化旅游产业结构,坚持因地制宜,根据不同的旅游资源寻求合适的旅游发展类型,以促进旅游对生态环境高质量发展的推动作用。

(3) 创新协调发展体制及相关法律标准建设。目前旅游资源与生态环境的产权界定不清晰,两者均被认为是公共物品,从而引起短期经济效益与长期生态环境效应之间的矛盾。黄河流域亦是如此,目前仍存在旅游资源滥用、生态环境破坏的现象。在后期的发展中,应不断创新旅游与生态环境协调发展机制,加强顶层设计,优化生态空间布局,树立整体性思维,按照生态保护和高质量协调发展规律,发挥流域地区的比较优势,减少重复建设、无序竞争现象。同时充分发挥法律法规的约束作用,明确界定环境产权,推进黄河法、生态旅游发展等法律法规的建设及完善。如近期河南省揭牌的首个跨省黄河流域生态环境司法保护基地,今后应不断完善生态环境保护标准,实现旅游与生态环境持续释放红利。

本文通过构建耦合协调度模型对黄河流域旅游和生态环境发展水平及耦合协调时空格局进行探究并通过双指数函数模型对两者的交互胁迫效应进行了验证,取得了一定有效的结论,但仍存在一些不足之处,由于旅游发展与生态环境系统均为复杂性系统,对于旅游发展评价指标选取上较为合理和全面,但在生态环境评价指标的选取上仍有完善的空间;在耦合协调度上,由于文章所得耦合协调度仅为相对结果,非绝对水平,因此具有一定的局限性;对于黄河流域旅游发展与生态环境外部相关因素的驱动机制有待深入探究。同时囿于数据限制,本文探究的时间跨度只有10年,相对较短,有待进一步的完善。

参考文献:

- [1]胡振鹏,黄晓杏,傅春,等.环鄱阳湖地区旅游产业—城镇化—生态环境交互耦合的定量比较及演化分析[J].长江流域资源与环境,2015,24(12):2012-2020.
- [2]WALL G, WRIGHT C. The environmental impact of outdoor recreation[R]. Ontario: University of Waterloo, 1977.
- [3]STEFAN GöSSLING. Global environmental consequences of tourism[J]. Global Environmental Change, 2002, 12(4): 283-302.
- [4]MILLER G. The Development of Indicators for Sustainable Tourism: Results of a Delphi Survey of Tourism Researchers[J]. Tourism Management, 2001, 22 (4):351- 362.
- [5]ROMERIL M. Tourism and the environment: Towards a symbiotic relationship[J]. International Journal of Environmental Studies, 1985, 25(1):215- 218.
- [6]SHANI A, ARAD B. Climate change and tourism: Time for environmental skepticism[J]. Tourism Management, 2014, 44(3):82-85.

[7] JOYE J F. Tourism development and adaptation to climate change through legal constraint[J]. Worldwide Hospitality and Tourism Themes, 2018, 10(22) :244-252.

[8] JOSEPH E MBAIWA. The socio-economic and environmental impacts of tourism development on the okavango delta, north-western botswana[J]. Journal of Arid Environments, 2003, 54:447-467.

[9] NIE H T, TAO J H. Eco-environment status of the bohai bay and the impact of coastal exploitation[J]. Marine Science Bulletin, 2009, 11(2) :81-96.

[10] TRISTA M. PATTERSON, VALENTINA NICCOLUCCI, NADIA MARCHETTINI. Adaptive environmental management of tourism in the Province of Siena, Italy using the ecological footprint[J]. Journal of Environmental Management, 2008(86) :407-418.

[11] BRAHMASRENE T, LEE J W. Assessing the dynamic impact of tourism, industrialization, urbanization, and globalization on growth and environment in Southeast Asia[J]. The International Journal of Sustainable Development and World Ecology, 2017, 24(4) :362-371.

[12] 符莲, 熊康宁, 高洋. 喀斯特地区旅游产业与生态环境耦合协调关系定量研究——以贵州省为例[J]. 生态经济, 2019, 35(1) :125-130.

[13] 王振波, 梁龙武, 褚昕阳, 等. 青藏高原旅游经济与生态环境协调效应测度及交互胁迫关系验证[J]. 地球信息科学学报, 2019, 21(9) :1352-1366.

[14] 杨宏. 生态环境与旅游产业发展的门槛效应分析[J]. 统计与决策, 2018, 34(21) :146-149.

[15] 杨秀平, 翁钢民, 潘越, 等. 旅游环境承载力子系统耦合协调关系研究——以兰州市为例[J]. 数学的实践与认识, 2019, 49(10) :122-132.

[16] 马骏. 基于生态环境阈限与旅游承载力背景下生物多样性保护策略研究——以世界自然遗产武陵源核心景区为例[J]. 经济地理, 2016, 36(4) :195-202.

[17] 陈婷, 李国华, 王燕铭. 旅游活动对香山公园草地生态环境的影响[J]. 水土保持研究, 2015, 22(3) :280-285.

[18] 张玉萍, 党建华, 邓宝山, 等. 吐鲁番旅游—经济—生态环境耦合协调发展分析[J]. 人文地理, 2014, 29(4) :140-145.

[19] 李淑娟, 王彤. 滨海城市旅游—经济—生态环境耦合协调发展实证研究[J]. 中国海洋大学学报(社会科学版), 2017, 157(6) :43-49.

[20] 周成, 冯学钢, 唐睿. 区域经济—生态环境—旅游产业耦合协调发展分析与预测——以长江经济带沿线各省市为例[J]. 经济地理, 2016, 36(3) :186-193.

[21] 荣慧芳, 陶卓民, 刘琪, 等. 皖南地区旅游产业—城镇化—生态环境耦合协调的时空演变[J]. 水土保持研究, 2019, 26(4) :280-285.

-
- [22] 郭晓东, 李莺飞. 中国旅游经济与生态环境协调发展水平的空间差异与演变特征[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24 (S2):356-359.
- [23] 汤姿, 石长波, 张娜. 黑龙江省旅游经济与生态环境时空耦合研究——基于“坚持人与自然和谐共生”的视角[J]. 商业研究, 2018, 489 (1):1-9.
- [24] 胡强盛, 贺小荣, 郭红. 长沙市旅游-生态环境耦合协调发展研究[J]. 湖南师范大学自然科学学报, 2018, 41 (4):9-15.
- [25] 王兆峰, 霍菲菲, 徐赛. 湘鄂渝黔旅游产业与旅游环境耦合协调度变化[J]. 经济地理, 2018, 38 (8):204-213.
- [26] 韩文艳, 陈兴鹏, 庞家幸, 等. 城镇化—生态环境—旅游产业耦合协调发展研究——以丝绸之路经济带9省(区、市)为例[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 2018, 54 (6):762-769.
- [27] 程慧, 徐琼, 郭尧琦. 我国旅游资源开发与生态环境耦合协调发展的时空演变[J]. 经济地理, 2019, 39 (7):233-240.
- [28] 张广海, 刘真真, 王新越. 中国沿海区域旅游化与生态环境耦合度分析及预测[J]. 生态环境学报, 2013, 22 (5):792-800.
- [29] BRAHMASRENE T, LEE J W. Assessing the dynamic impact of tourism, industrialization, urbanization, and globalization on growth and environment in Southeast Asia[J]. International Journal of Sustainable Development and amp; World Ecology, 2017, 24 (4):362-371.
- [30] 翁钢民, 李凌雁. 基于空间统计分析的我国旅游业与生态环境协调发展研究[J]. 生态经济, 2015, 31 (10):90-94.
- [31] 黄震方, 陆林, 苏勤, 等. 新型城镇化背景下的乡村旅游发展——理论反思与困境突破[J]. 地理研究, 2015, 34 (8):1409-1421.
- [32] 史玉丁, 李建军, 刘红梅. 提升旅游生态资本的生态补偿机制[J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版), 2019, 19 (5):98-106.
- [33] 陆大道, 郭来喜. 地理学的研究核心——人地关系地域系统: 论吴传钧院士的地理学思想与学术贡献[J]. 地理学报, 1998, 52 (3):3-11.
- [34] 崔学刚, 方创琳, 刘海猛, 等. 城镇化与生态环境耦合动态模拟理论及方法的研究进展[J]. 地理学报, 2019, 74 (6):1079-1096.
- [35] 李强, 韦薇. 长江经济带经济增长质量与生态环境优化耦合协调度研究[J]. 软科学, 2019, 33 (5):117-122.
- [36] 刘定惠, 杨永春. 区域经济-旅游-生态环境耦合协调度研究——以安徽省为例[J]. 长江流域资源与环境, 2011, 20 (7):892-896.
- [37] 郭向阳, 穆学青, 丁正山, 等. 城市生态环境与旅游经济协调效应及动态关系——以曲靖为例[J]. 经济地理, 2020, 40 (7):231-240.

-
- [38] 刘军胜, 马耀峰. 基于发生学与系统论的旅游流与目的地供需耦合成长演化与驱动机制研究——以西安市为例[J]. 地理研究, 2017, 36(8):1583-1600.
- [39] 刘军胜, 马耀峰, 吴冰. 入境旅游流与区域经济耦合协调度时空差异动态分析——基于全国31个省区1993—2011年面板数据[J]. 经济管理, 2015, 37(3):33-43.
- [40] 方叶林, 黄震方, 段忠贤, 等. 中国旅游业发展与生态环境耦合协调研究[J]. 经济地理, 2013, 33(12):195-201.
- [41] 舒小林, 高应蓓, 张元霞, 等. 旅游产业与生态文明城市耦合关系及协调发展研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(3):82-90.
- [42] 陈晓, 李悦铮. 城市交通与旅游协调发展定量评价——以大连市为例[J]. 旅游学刊, 2008, 138(2):60-64.
- [43] 余菲菲, 胡文海, 荣慧芳. 中小城市旅游经济与交通耦合协调发展研究——以池州市为例[J]. 地理科学, 2015, 35(9):1116-1122.
- [44] 王兆峰. 城市群旅游产业集聚与经济增长的耦合演化特征与机制分析——以长株潭城市群为例[J]. 企业经济, 2019, 38(12):5-13.
- [45] 赵建吉, 刘岩, 朱亚坤, 等. 黄河流域新型城镇化与生态环境耦合的时空格局及影响因素[J]. 资源科学, 2020, 42(1):159-171.
- [46] 周一星. 城市化与国民生产总值关系的规律性探讨[J]. 人口与经济, 1982(1):28-33.
- [47] GROSSMAN G, KREUGER A. Economic growth and the environment[J]. Quarterly Journal of Economics, 1995, 110(2):353-377.
- [48] 黄金川, 方创琳. 城市化与生态环境交互耦合机制与规律性分析[J]. 地理研究, 2003, 22(2):211-220.
- [49] 刘遗志, 胡争艳. 基于PSR模型的旅游发展与生态环境耦合协调研究——基于贵州省的实证分析[J]. 生态经济, 2020, 36(3):132-136.