

产业发展

基于 Tapio 模型的西安市旅游业碳排放测算及脱钩效应研究

周洋洋, 周 珊, 代佳玉, 黄 观

(西安外国语大学旅游学院, 西安 710128)

摘要: 基于旅游交通、旅游住宿、旅游活动数据,通过“自下而上”法测算了2010—2021年西安市旅游业碳排放量,基于 Tapio 脱钩指数分析法构建了西安市旅游业碳排放脱钩指数模型,以理清西安市旅游业碳排放与经济发展之间的关系。结果表明:交通碳排放是影响西安市旅游业碳排放的主要因素;西安市旅游业碳排放呈下降趋势,但仍有较大改善空间;西安市旅游业碳排放与旅游经济增长多处于脱钩状态,节能减排仍需推进。

关键词: 旅游业; 碳排放; 脱钩效应; Tapio 脱钩指数; 西安市

中图分类号: F590.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2025)14-0072-11

为积极应对气候变化,彰显大国责任与担当,中国已把碳达峰、碳中和纳入生态文明建设整体布局,力争2030年前实现碳达峰,2060年前实现碳中和。然而,随着旅游业的持续发展,其已不再是曾经的“三低产业”(低能耗、低污染、低资源依赖)。旅游过程中日益凸显的碳排放问题对生态环境的负面影响已不容忽视,其产生的碳排放总量虽然无法与重工业相比,却依然是减少全球碳排放量的巨大潜力空间,围绕“双碳”目标实现的旅游业高质量发展,将会极大减少全球的碳排放总量^[1]。基于旅游业是国民经济战略性支柱产业和现代服务业这一定位基础,如何在保证旅游经济持续增长的同时,实现旅游业低碳化发展,是亟待探讨的重要课题。作为华夏文化核心源地之一的十三朝古都——西安,历史文化底蕴深厚,旅游资源极为丰富,是国内外游客向往的旅游目的地城市,也是近年旅游业发展的重点区域,在“双碳”战略及“一带一路”建设中具有突出的地缘优势及经济发展重要性。因此,科学测度西安市旅游业碳排放并理清旅游业碳排放脱钩效应状态,是实现西安市乃至陕西省旅游业绿色、低碳、可持续发展的关键。

目前,国内外诸多学者围绕旅游业碳排放开展

研究。Gossling^[2]首次提出旅游业碳排放的定量测算方法并由此估算了2001年的全球碳排放量。马英健^[3]基于“自上而下”法,对长江经济带各省旅游业碳排放量进行测算并求得各省份历年旅游碳排放强度。李振环等^[4]选取中国2010—2019年省级面板数据为基础,采用“自下而上”法对旅游业碳排放脱钩水平进行测度。韩苗苗^[5]利用广义迪氏指数分解模型(generalized Divisia index method, GDIM)分析影响中国旅游业碳排放的因素,并使用蒙特卡洛模拟方法预测了2020—2035年旅游业二氧化碳排放量。曾日成^[6]采用“自上而下”法对云南省旅游业碳排放进行了测算。蔡国琴^[7]采用“自下而上”法测度海南省18个市县的旅游业碳排放量。林宣任^[8]通过旅游消费剥离系数,采用“自上而下”的核算方法求得中国30个省份2010—2019年旅游业碳排放强度。罗磐石等^[9]采用“自下而上法”对2003—2022年新疆旅游业碳排放成总量进行了测算。文辉^[10]基于终端消费导向的旅游碳排放计算方法,测算了海南省不同时期不同部门的旅游碳排放量,并分析了其与旅游碳承载力的时空演变规律。郭钰和王远^[11]采用“自上而下”法估算了2000—2021年福建省旅游业碳排放量。王珊等^[12]运用超效率

收稿日期: 2025-01-18

基金项目: 陕西省哲学社会科学专项(2025QN0573)

作者简介: 周洋洋(2005—),女,陕西安康人,研究方向为生态旅游与可持续发展;周珊(2004—),女,陕西汉中,研究方向为生态旅游与可持续发展;代佳玉(2003—),女,陕西安康人,研究方向为生态旅游与可持续发展;通信作者黄观(1991—),女,广东梅州人,博士,讲师,研究方向为资源环境与低碳城市。

SBM 模型 (super-efficiency slack-based measure model) 对 2007—2021 年 30 个省级行政区旅游业的碳排放效率进行测算,并引入了 Dagum 基尼系数分析法衡量并分解效率差异。张硕^[13]对黑龙江省旅游业的碳排放总量进行测算并利用对数平均迪氏指数(log-mean Divisia index, LMDI)影响因素分解模型对其碳排放结构变化的四个主要影响指标因素数据进行综合分析。刁济元^[14]采用“自下而上”法测算东北三省森林旅游业 CO₂排放量并利用可拓展的随机性环境影响评模型(stochastic impacts by regression on population, affluence and technology, ST1 RPAT)对森林旅游 CO₂排放的影响因素进行分析。狄乾斌等^[15]在采用“自下而上”法测算 2011—2021 年沿海 11 省份旅游业碳排放量的基础上,借助超效率-SBM 模型测度滨海旅游业碳排放效率,运用 ML 指数、传统和空间马尔科夫链描述其时空演变特征,并构建马尔科夫极限分布矩阵预测滨海旅游业碳排放效率时空演变趋势。杨屹和郭欣悦^[16]采用基于松弛变量的数据包络分析模型(slack-based measure-data envelopment analysis model, SBM-DEA 模型),运用线性规划方法测算并分析了 2001—2021 年西北省份旅游业碳边际减排成本及其时空演变特征,探讨了影响旅游碳边际减排成本变化的因素,并通过了稳健性和内生性检验。

为了掌握、协调旅游业碳排放与经济发展之间的关系,科学测度并准确判断区域旅游业的碳排放脱钩效应,基于 Tapio 模型及经济合作与发展组织(Organization for Economic Cooperation and Development, OECD)脱钩模型的碳排放脱钩分析引起了国内外学者的广泛关注。其中,OECD 脱钩模型最早是由 OECD 引入环境经济领域并构建的脱钩模型^[17-18],但其对基准年的选择敏感度高,计算结果的稳定性较差^[19],且该模型只能揭示脱钩和不脱钩两种状态,无法解释特殊事件、政策调整、技术进步等因素引起的微小变化^[20]。Tapio 脱钩弹性模型,是 Tapio^[21]在研究欧洲经济发展与碳排放关系时,将弹性概念引入脱钩理论后提出的。Tapio 弹性脱钩模型作为一种基于 OECD 脱钩模型完善而成的弹性分析方法,可用于分析旅游运输量与经济的关系,并能够克服基期选择上的困难,更具灵活性、客观性和准确性^[22];此外,通过量化的弹性系数, Tapio 模型可以依据弹性系数变动范围判断多种类型脱钩状态,使脱钩的概念更加明确和易于

衡量,能够反映经济增长百分之一所引起的碳排放变化百分比,计算结果具有稳定性^[23],近年来在学术界得到了广泛应用。

翁钢民等^[24]采用 Tapio 脱钩模型测算了中国 30 个省份旅游业碳排放脱钩指数,并结合探索性空间数据分析(exploratory spatial data analysis, ES-DA)和 LMDI 方法对旅游业碳排放脱钩的时空格局演变及影响因素进行了研究。孙玉环和杨光春^[25]采用广义 CDIM 分解 2000—2017 年中国旅游业碳排放影响因素,采用 Tapio 脱钩因果链模型分析旅游业碳排放的脱钩效应。毋丹丹等^[26]利用“自上而下”法测算了河南省 2002—2019 年旅游业碳排放量并基于 Tapio 脱钩指数分析法构建河南省旅游业脱钩指数模型。李玉锦等^[27]利用“自上而下法”对山西省 10 年的旅游业碳排放进行预测计算并基于 Tapio 脱钩指数分析法构建山西省旅游业碳排放脱钩指数模型。曾日成^[6]围绕云南省 16 个州市,开展了旅游业碳排放的时空脱钩特征与影响因素分析。张苗^[28]等采用“自上而下”法测度京津冀城市群旅游业碳排放量并进行了时空特征分析,使用 Tapio 脱钩模型对碳排放脱钩关系进行研究。王贝贝等^[29]运用 Tapio 脱钩模型和地理加权回归模型剖析了成渝地区双城经济圈旅游业碳排放脱钩态势及其影响因素。邹林翰和黄猛^[30]采用联合国世界旅游组织(United Nations World Tourism Organization, UNWTO)计算方法,测算 2000—2020 年四川省旅游交通碳排放量,同时利用 Tapio 脱钩弹性模型分析四川省旅游交通碳排放与经济脱钩关系。

综上所述,国内外研究学者对于旅游业碳排放及脱钩效应做了较为丰富的研究,研究区域分布广泛,既涵盖全国范围,也涉及常见区域或单一省域,但关于西安市乃至陕西省的旅游业碳排放及脱钩效应研究却少有涉及。基于此,本文选取西安市为研究区,采用“自下而上”法测算西安市旅游业碳排放总量,构建西安市旅游业碳排放脱钩指数模型,开展西安市旅游业碳排放脱钩效应分析,最后提出切实可行的旅游业低碳发展对策建议。以期西安市旅游业低碳可持续发展提供数据支持,为改善西安市环境质量、落实“双碳”战略等科技、经济、社会发展急需解决的难题提供科学依据。研究结果对促进陕西省及周边“一带一路”地区绿色生态旅游建设、深化中国—中亚旅游绿色发展和应对气候变化领域合作均具有重要意义。

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源

为确保研究数据的可得性及准确性,以西安市为研究区,以 2010—2021 年为研究时段,主要选取西安市内各类交通运输方式的旅客周转量、星级酒店数、床位数、出租率以及旅游总收入等统计数据开展研究。其中,旅游业总收入、全市客运量及各类旅游交通出行方式的旅客周转量源自 2010—2021 年《西安市统计年鉴》,各类旅游活动碳排放系数来自《中国文化和旅游统计年鉴》,星级酒店数、床位数和出租率主要来源于《中国文化和旅游统计年鉴》、中华人民共和国文化和旅游部官方网站(<https://www.mct.gov.cn>)、西安市文化和旅游局官方网站(<https://wlj.xa.gov.cn>)以及《全国星级酒店经营数据分析——西安篇》(<https://zhuanlan.zhihu.com/p/436400600>);对于旅游住宿方面的部分缺失数据(如 2021 年床位数、出租率),结合携程(<https://www.ctrip.com/>)、马蜂窝(<https://www.mafengwo.cn/>)、途牛(<https://www.tuniu.com/>)等旅行网站关于西安市旅游住宿的信息,采用拟合值替代。

1.2 研究方法

1.2.1 旅游业碳排放测算方法

旅游业碳排放主要来源于旅游交通、旅游住宿和旅游活动,因此从这三个方面计算旅游业碳排放,测度公式为

$$C_t = C_{Tr} + C_{Hr} + C_{Ar} \quad (1)$$

式中: t 为年份; C_t 为 t 年旅游业碳排放总量; C_{Tr} 为旅游交通碳排放量; C_{Hr} 为旅游住宿碳排放量; C_{Ar} 为旅游活动碳排放量。

其中,旅游交通碳排放(C_{Tr})的具体测算模型为

$$C_{Tr} = \sum_{i=1}^n Q_{it} f_i a_i \quad (2)$$

式中: Q_{it} 为 t 年时第 i 类旅游交通出行方式的旅客周转量; f_i 为第 i 类旅游交通出行方式的碳排放系数; a_i 为第 i 类旅游出行交通占比; n 为旅游交通类别。

西安市旅游的主要交通方式为航空、铁路和公路,因此在计算其旅游交通碳排放前要确定对应方式的 α 参数,即需先确定这三种交通方式客流量中旅游者的比例。基于魏艳旭等^[31]的做法,通过航空、铁路、公路出行的旅客占全部旅客的比值分别为 64.7%、31.6%、13.8%。根据石培华和吴普^[32]

的做法,航空运输碳排放系数为 137 g CO₂/Pkm,铁路运输碳排放系数为 27 g CO₂/Pkm,公路运输碳排放系数为 133 g CO₂/Pkm。

旅游住宿碳排放的具体测算模型为

$$C_{Hr} = N_t h \beta \quad (3)$$

式中: N_t 为 t 年时星级饭店的床位出租量; h 为星级饭店能耗值; β 为星级饭店每张床每晚的碳排放系数。

参考《中国文化和旅游统计年鉴》中关于旅游住宿的统计数据,以星级饭店为主,加之考虑到数据收集的复杂性和可靠性,本文只测算 2010—2021 年西安市星级饭店的碳排放量。根据 Gossling^[2]的做法,将星级饭店的能耗值定为 155 MJ/床晚,星级饭店每张床每晚的碳排放量 β 为 43.2 gCO₂/MJ。

根据国家旅游局旅游抽样调查资料可知,按旅游目的可将旅游活动划分为观光游览、度假休闲娱乐、商务出差、探亲访友、健康疗养及其他五种类型,其对应的碳排放系数如表 1 所示。

旅游活动碳排放的具体测算模型为

$$C_{Ar} = \sum_{k=1}^m P_{kt} \gamma_k \quad (4)$$

式中: P_{kt} 为 t 年时旅游吸引物 k 的游客数; γ_k 为旅游活动 k 的人均碳排放量; m 为旅游活动的种类数。

根据曾日成^[6]的做法,对 2021 年缺失比例采用线性拟合得到 2010—2021 年中国旅游者不同旅游目的人数比例统计(表 2),结合西安市全市客运量,计算得到西安市各年份旅游吸引物的游客数。

表 1 各类旅游活动碳排放系数

旅游活动类型	观光游览	度假休闲娱乐	商务出差	探亲访友	健康疗养及其他
碳排放系数/(g·人 ⁻¹)	417	1 670	786	591	172

表 2 2010—2021 年中国旅游者不同旅游目的人数比率

年份	观光游览	度假休闲	商务出差	探亲访友	健康疗养及其他
2010	0.319	0.374	0.029	0.223	0.055
2011	0.295	0.237	0.152	0.289	0.027
2012	0.280	0.244	0.128	0.320	0.028
2013	0.281	0.256	0.106	0.331	0.026
2014	0.142	0.501	0.091	0.240	0.026
2015	0.139	0.483	0.081	0.272	0.025
2016	0.295	0.301	0.126	0.221	0.057
2017	0.294	0.248	0.119	0.298	0.041
2018	0.274	0.286	0.126	0.286	0.028
2019	0.279	0.280	0.128	0.287	0.026
2020	0.274	0.288	0.123	0.281	0.034
2021	0.276	0.280	0.120	0.282	0.035

1.2.2 Tapio 脱钩模型

分析西安市旅游业碳排放与旅游经济发展之间的内在联系,依据 Tapio 脱钩模型,构建西安市旅游业碳排放与旅游经济增长的脱钩模型,其计算公式为

$$t = \frac{\Delta C/C}{\Delta I/I} \quad (5)$$

式中: t 为旅游经济增长与旅游碳排放之间的脱钩系数; C 为旅游碳排放量; I 为旅游经济。结合郭伟等^[34]、王小兰等^[35]、郑立群和张宇^[36]对弹性脱钩系数变化范围的划分经验,以旅游业总收入表征旅游经济,可将西安市旅游业碳排放脱钩效应细分出八种脱钩状态类型,脱钩关系指标如表 3 所示。

表 3 Tapio 碳排放脱钩关系指标

类型	经济增长 ΔI	环境压力 ΔC	脱钩系数 t	脱钩指标
连接	>0	>0	$0.8 < t < 1.2$	增长连接
	<0	<0	$0.8 < t < 1.2$	衰退连接
脱钩	>0	>0	$0 < t < 0.8$	弱脱钩
	>0	<0	<0	强脱钩
	<0	<0	>1.2	衰退脱钩
负脱钩	>0	>0	>1.2	扩张性脱钩
	<0	>0	<0	强负脱钩
	<0	<0	$0 < t < 0.8$	弱负脱钩

2 结果与讨论

2.1 西安市旅游业碳排放

2.1.1 西安市旅游交通碳排放

交通是旅游业的重要组成部分,更是推动旅游业发展的关键因素,良好的交通网络可以促进游客的流动和旅游景点的互联互通,提高旅游目的地的可达性与便利性。本文收集了 2010—2021 年西安市旅游相关交通数据,围绕航空、铁路、公路三个方面,测算西安市旅游交通碳排放量。

根据上文所述旅游交通碳排放量计算式(2),结合西安市统计年鉴中的游客选择交通方式比例(航空、公路、铁路的 f 分别为 64.7%、13.8%、31.6%)与石培华和吴普^[32]、Gossling^[2]的做法结果(航空、公路和铁路的交通方式碳排放系数分别为 137、133、31.6)。计算得到 2010—2021 年西安市旅游相关不同交通方式的碳排放量,图 1 给出了其随时间的变化情况。

1) 航空旅游交通碳排放

如图 2 所示,2010—2021 年西安市航空交通碳排放量整体呈上升趋势。其中,2016—2019 年西安市航空交通碳排放量上升幅度较大,主要原因在

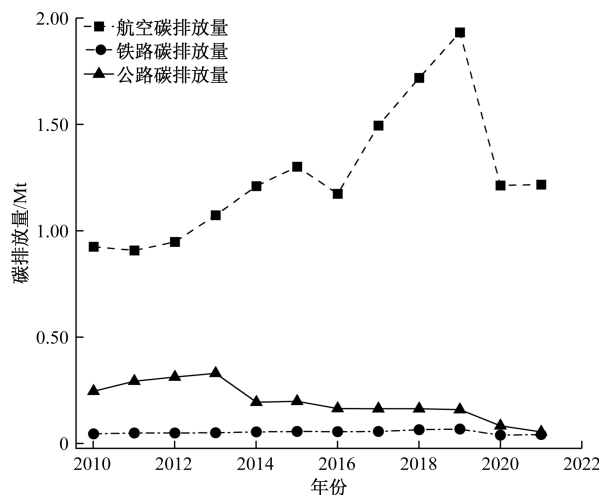


图 1 2010—2021 年西安市不同旅游交通方式碳排放量的时间变化情况

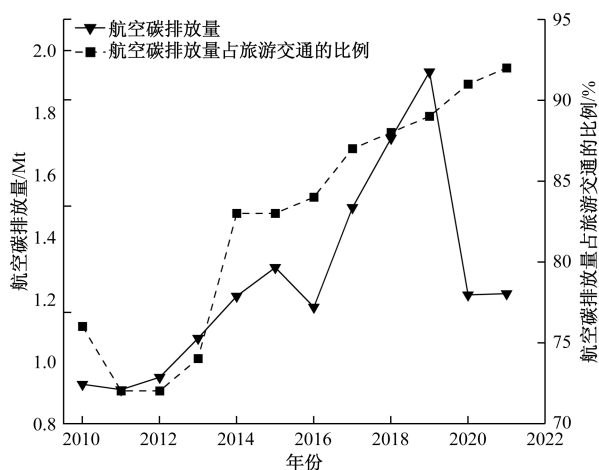


图 2 2010—2021 年西安市航空交通碳排放及其占比

于,“十三五”以来,西安市生产总值连续五年每年跨越 1 个千亿台阶,经济的迅猛增长为航空产业注入强大的发展动力,商务出行、旅游出行等需求大幅增加,直接拉动航空运输业务的繁荣。根据西安市统计年鉴,2016—2019 年,西安市航空旅客周转量从 1 324 265 万人 km 增加至 2 178 259 万人 km,四年年均增长率达 13.25%,导致航空交通碳排放量的大幅增加。而到了 2020 年,受疫情影响,整个航空运输行业遭受了沉重打击,西安市的航空运输业务也受到极大的限制,航班数量锐减,旅客出行意愿大幅降低,从而使得航空碳排放呈现出迅速下降的态势。但随着疫情防控形势的逐渐好转,西安市航空碳排放量又呈小幅上升趋势。

2) 铁路旅游交通碳排放

铁路运输以其高准点率、低票价、安全可靠等特点受到众多旅客的青睐。图 3 为 2010—2021 年

西安市铁路交通碳排放及其占比随时间的变化情况,2010—2021年西安市铁路碳排放量总体呈上升趋势,年均增长率达13.95%。在疫情影响下,2020年铁路碳排放量大幅下降,随着疫情防控取得阶段性成果,社会生活逐步恢复正常,2020—2021年的铁路运输业也开始复苏,旅客出行需求逐渐回升,铁路碳排放量又呈现上升的态势。对于铁路碳排放量在旅游交通碳排放量中所占比例,2010—2016年始终保持在4%,2017—2021年保持在3%,相对于航空运输和公路运输而言,铁路碳排放占比较小。其原因有三点:一是铁路碳排放系数比航空和公路碳排放系数小,铁路主要依靠电力驱动,在能量转换过程中,电能转换为机械能推动列车前进,相较于航空燃油燃烧和公路燃油或燃气产生的温室气体相对较少^[37]。二是铁路线路布局相对集中,主要连接城市与城市之间的节点,在城市内部铁路参与度较低;公路运输几乎覆盖城市的每一个角落,包括游客短途出行、货物运输等多种场景,产生的碳排放量较大;航空运输虽然主要针对长距离出行,但航线密集、机场辐射范围广且运输量在长距离出行中占比大,也导致其碳排放量在整个交通碳排放中占比较高^[38]。三是铁路运输效率相较于其他两种交通方式高。铁路运输具有运量大的特点,能够高效且集中的运输大量乘客,在单位乘客运输的碳排放计算中,由于运量集中,分摊到每个乘客身上的碳排放量就会降低^[39];公路虽然灵活方便,但车载客量有限,且在交通拥堵时,车辆频繁启停等现象会增加碳排放^[40];航空运输虽然单架飞机载客量也较多,但由于其高能耗的飞行方式和较低的班次,其碳排放量在整体交通中占比仍较高。

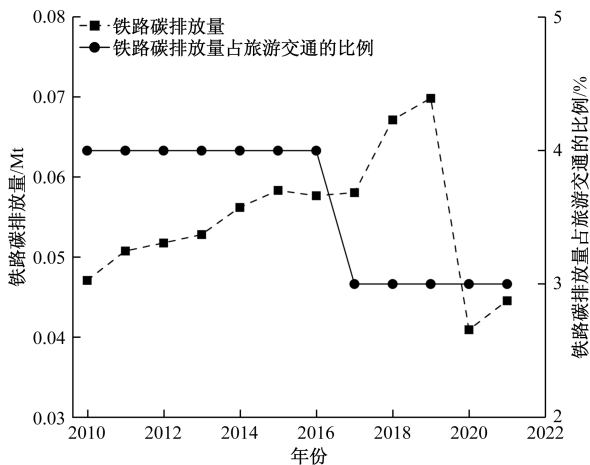


图3 2010—2021年西安市铁路交通碳排放及其占比

3) 公路旅游交通碳排放

图4为西安市公路交通碳排放及其占比情况,2010—2021年西安市旅游相关公路交通的碳排放量整体呈下降态势。其中,2010—2013年呈小幅上升,年均增长率为10.26%;2014—2021年持续下降,年均增长率为-16.25%,且2020年后下降速度加快(增长率为-33.80%)。2014年公路碳排放量占旅游交通的比例为13.4%,至2021年已降至4.3%,以上可以清晰展现公路交通碳排放量的持续缩减及其占旅游交通碳排放总量比例的显著弱化。

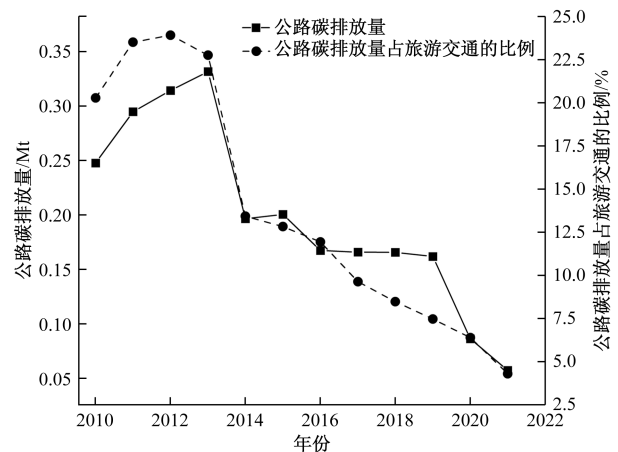


图4 2010—2021年西安市公路交通碳排放及其占比

西安市公路旅游交通碳排放之所以呈下降趋势,是多个因素共同作用的结果。首先是交通方式的转变。随着城市交通的不断发展,地铁、电车等公共交通越来越被人们所青睐,导致公路客运量占比由2014年的75%降至2021年的31%,呈逐年下降趋势,公路客运量于2021年达到最低的3332万人次,仅有2014年的41.33%,公路交通碳排放量随之减少。其次是政策的推动。2019年发布的《西安市“十三五”节能减排综合工作方案》^[45]明确了绿色交通的发展方向,通过打造“公交都市”,精心构建层次丰富的公交网络,城区公交站点密集分布,实现了多种交通方式的顺畅衔接,2020年公交分担率超60%;与此同时,西安市人民政府大力推广节能环保和新能源汽车,提升交通工具能效。公交车全面电动化提前实现,2020年重点用能单位营运车辆能耗下降7%,以上举措均有力降低了公路碳排放。三是技术进步与能源结构调整。新能源汽车技术日益成熟并得以广泛应用,公路上的燃油车逐渐被节能和新能源汽车所取代。汽车发动机技术革新、轻量化设计推广以及电池续航提升等,使汽车能耗降低,碳排放强度随之减弱。

2.1.2 西安市旅游住宿碳排放

依据上文介绍的旅游住宿碳排放公式,计算得到 2010—2021 年陕西省旅游住宿碳排放量,相关数据如表 4 所示。西安市 2010—2021 年旅游住宿碳排放量先增加后减少。其中,最高值出现在 2015 年(0.16 Mt),这与陕西省在旅游业方面所推行的政策紧密相关。2012 年,陕西省政府提出将建设旅游强省确立为旅游业发展目标,计划于“十二五”期末把旅游业打造成为全省国民经济的战略支柱产业,充分彰显“人文陕西、山水秦岭”的整体形象^[41]。为了顺应旅游业蓬勃发展趋势,加快全省旅游住宿业的发展步伐,在“十二五”期间,西安市大力推进酒店建设,新建星级酒店达 25 家,四星级酒店 30 家,着重发展商务、度假、温泉等类型的酒店。上述举措直接导致了碳排放量的增加。

由表 4 可以发现,西安市在 2010—2019 年的各个年份中,星级饭店的碳排放量均大于 0.09 Mt。然而,在疫情的影响下,旅游住宿业受到了巨大冲击,2020 年碳排放量下降近一半,仅为 0.06 Mt。随着疫情形势的逐渐缓解以及旅游市场的逐步复苏,碳排放量在 2021 年开始缓慢回升。基于当前的发展态势进行合理预测,未来几年,随着旅游市场的持续恢复和发展,以及酒店行业采取的节能减排措施不断推进,西安市星级饭店的碳排放量有望逐渐恢复。

表 4 西安市 2010—2021 年旅游住宿碳排放量

年份	星级饭店数/个	总床位数/张	客房数量/间	客房出租率	旅游住宿碳排放量/Mt
2010	269	66 376	36 533	0.62	0.10
2011	302	73 373	40 390	0.65	0.12
2012	283	70 506	38 988	0.59	0.10
2013	333	83 359	44 730	0.54	0.11
2014	325	77 848	42 641	0.53	0.10
2015	353	115 415	44 770	0.57	0.16
2016	275	71 397	38 608	0.53	0.09
2017	300	75 130	42 286	0.55	0.16
2018	304	71 764	39 577	0.58	0.10
2019	287	75 422	39 271	0.55	0.10
2020	269	59 707	34 716	0.40	0.06
2021	265	63 576	36 237	0.40	0.06

2.1.3 西安市旅游活动碳排放

根据旅游活动碳排放计算公式(4),计算得到 2010—2021 年西安市旅游活动碳排放量。如图 5 所示,2010—2021 年西安市旅游活动总碳排放量呈波浪式下降趋势,这一趋势的形成受多种因素交互

影响。从宏观旅游市场环境看,旅游产业结构在这期间逐步优化,部分高能耗旅游活动项目有所调整。例如,游客在旅途中的交通方式向更节能的新能源车辆转型,如新能源和清洁能源公交,能源利用效率提升举措在行业内逐步推广,使得整体旅游活动能源消耗得以控制,碳排放量相应呈现波动下降态势^[42]。最高值出现在 2013 年(0.03 Mt),主要由于 2013 年陕西省旅游局在西安市开展了旅游市场秩序专项整治行动,同时以西安浐灞国家湿地公园为代表的一大批新型旅游景区在 2013 年盛装入市^[43],这使得西安市接待游客数量激增,碳排放量也随之增加。排除疫情的影响,最低值出现在 2016 年(0.02 Mt),原因主要在于 2016 年西安市公交清洁能源车辆的大量投入与地铁三号线的开通使用,促使游客交通活动碳排放量降低,从而带动旅游活动总碳排放量的降低。

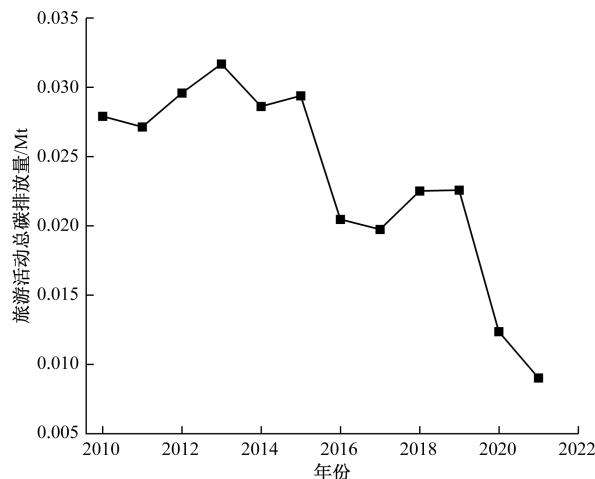


图 5 2010—2021 年西安市旅游活动碳排放量

图 6 为 2010—2021 年西安市旅游者不同旅游目的的活动碳排放量折线图,根据图 6 可以发现,西安市 2010—2021 年各种旅游活动平均碳排放量情况大体稳定。六类旅游目的中,度假休闲伴随的平均碳排放量始终最高,为 0.14 Mt,原因在于旅行者在度假休闲时多追求全方位高品质体验,涉及长时间住宿消费、多元化餐饮娱乐活动以及频繁的区域内交通周转。以高端度假酒店为典型代表,其提供的全方位能源密集型服务涵盖恒温泳池持续供热、豪华套房全时电力供应、精致餐饮烹饪设备长时间运转、私人度假交通租赁高频率使用、丰富夜生活娱乐设施彻夜运行等,这些活动都会大大增加碳排放量。

平均碳排放量第二高的是探亲访友活动,为 0.04 Mt。长距离探亲访友常依赖飞机、高铁等高

碳交通工具,飞机燃烧航空煤油,碳排放量大,高铁虽然环保,但因速度快、能耗高且客流量大,其产生的碳排放量也较大。对于短距离探亲,人们倾向自驾出行,汽车耗油量,燃油过程释放二氧化碳,交通拥堵时的频繁启停还会进一步增加燃油消耗与碳排放。此外,探亲访友涉及往返行程,节假日等集中出行时期交通频次大幅增加,且可能因中途换乘等增多不同交通工具使用次数,导致碳排放量的不断累积。

紧跟其后的是观光游览活动,平均碳排放量处于中游水平,为 0.02 Mt。尽管景区游览为旅游核心环节之一,但伴随景区管理精细化程度提升,诸如景区内电瓶车电能替代燃油动力、节能照明设施全方位普及、智能能源管理系统上线调控设备运行时长与功率等举措稳步实施,有效抑制了该类活动碳排放的过度增长。平均碳排放量第四的是商务出差活动,为 0.02 Mt。商务出差活动伴随的碳排放量相对较低,原因在于商务出差更多地注重交通行程的合理规划,对于中短途行程,会优先选择能耗相对较低的高铁出行,其在能源转化效率上较传统交通工具更具优势,人均碳排放量也相对较少。在城市内或周边地区,充分利用电动巴士、地铁等公共交通系统,这些公共交通工具通过规模化运营,大幅降低了单位乘客的能耗与碳排放。

健康疗养及其他旅游活动的平均碳排放量始终处于最低水平,为 0.001 5 Mt,这归因于其本身活动性质相对小众,参与人数有限,且活动开展过程中能源消耗环节较少、强度较低。以健康疗养为例,多集中于特定疗养场所,游客交通周转、设施设备使用频率远低于其他旅游活动类型。

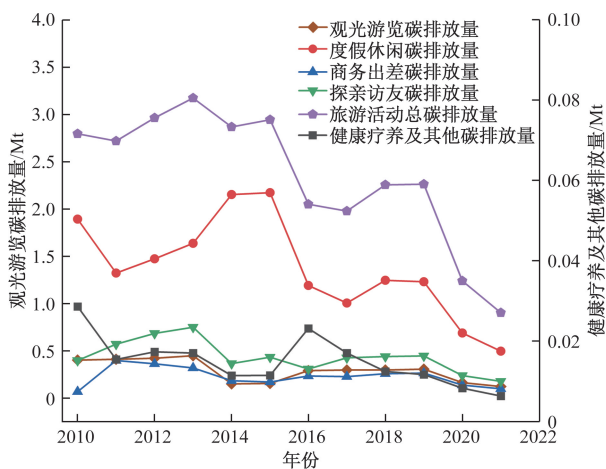


图 6 2010—2021 年西安市旅游者不同旅游目的活动碳排放量

2.1.4 西安市旅游业碳排放总量

基于对西安市旅游交通、旅游住宿和旅游活动碳排放量的测算,得到了 2010—2021 年西安市旅游业碳排放总量,相关结果如图 7 所示。2010—2019 年,西安市旅游业碳排放总量呈上升态势,2019 年攀升至最高值 2.5 Mt。此期间旅游业蓬勃发展,旅游活动规模持续拓展,旅游交通、住宿与活动等方面的需求不断增加,致使碳排放总量上升。

进一步分析各年份数据可以发现,因旅游交通与住宿碳排放同步增长,2010—2015 年西安市旅游业碳排放总量呈上升趋势,2013 年达最高值 1.9 Mt,原因在于“八水润西安”工程的强力实施以及市内大量景区新建,使得西安旅游业高速发展^[44];受旅游交通和活动碳排放降低的影响,旅游业碳排放总量在 2016 年降为 1.77 Mt,主要原因有交通工具的更新迭代、新能源的使用范围扩大和游客的出行需求改变(旅游需求减少,大多倾向于一日游)^[45];在旅游交通碳排放增加的影响下,旅游业碳排放总量在 2016—2019 继续攀升,特别是在 2017 年回升超 0.2 Mt,主要由于西安市 3A 景区的增加、自驾游客增多和 2017 西安丝绸之路国际旅游博览会、国际大学生旅游季等活动的开展有关^[46];在旅游交通碳排放与旅游活动、旅游住宿的共同影响下,旅游业碳排放总量在 2020 年急剧降低至最低值 1.5 Mt,其主要原因为“十三五”期间,西安市颁布了节能减排综合工作方案,提出优化产业和能源结构,将交通作为重点节能领域,使得旅游交通碳排放量大幅降低,旅游活动、旅游住宿略微降低^[47]。

在各类碳排放中,旅游交通产生的碳排放量占比最大。这是因为交通对于旅游活动而言是必不可少的环节,且交通活动的能源消耗较高,导致碳排放量大。在大部分年份中,旅游交通碳排放占旅游业碳排放总量的比例都在 60% 以上,2010 年旅游交通碳排放占比更是高达 76.2%。旅游活动本身的碳排放量占比相对较小,但也呈现出一定的增长趋势。这可能是由于旅游活动的多样化发展及游客参与度的日益提高,导致了旅游活动过程中的能源消耗和碳排放增加。

2.2 西安市旅游业碳排放与旅游经济增长的脱钩关系

图 8 为 2010—2021 年西安市旅游业碳排放总量及旅游收入随时间变化的情况。整体来看,随着西安市碳排放总量的不断增加,旅游业收入也呈现上升的趋势。这表明旅游业的发展与碳排放之间

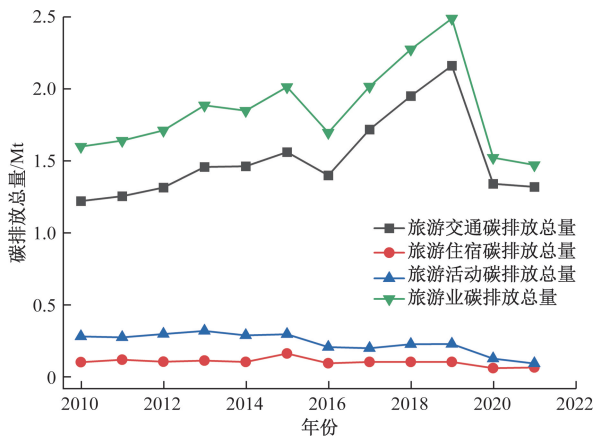


图7 2010—2021年西安市旅游交通、住宿、活动及总碳排放量

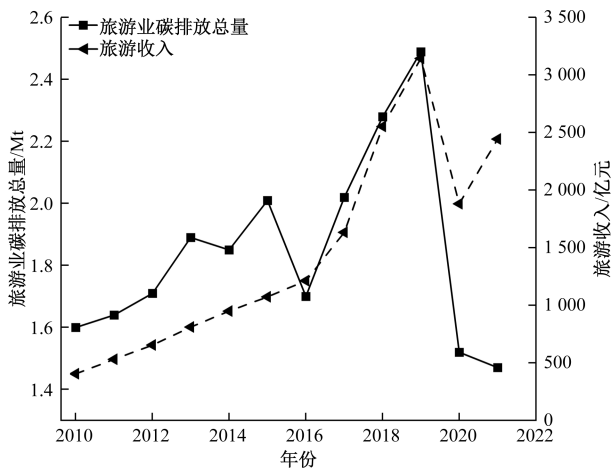


图8 2010—2021年西安市旅游业碳排放总量及旅游收入

存在一定的正相关性,旅游业的繁荣带来了更多的能源消耗和碳排放。具体而言,在2010—2019年间,除了2013—2014年和2015—2016年这两个阶段西安市旅游业收入随着旅游业碳排放总量的下降而上升,其余年份西安市旅游业碳排放总量与旅游业收入均同步增长,即旅游业的日益兴盛导致了更多的碳排放;2019—2020年,受疫情的冲击,西安市旅游业碳排放总量与旅游业收入同步下降;2020—2021年,旅游业收入的增长率超过旅游业碳排放总量的降低率,旅游交通的碳排放量降低是导致这一时期旅游业碳排放总量下降的主要因素。

以每一年为单个时期,得到西安市2010—2021年旅游业碳排放与经济增长的脱钩关系如表5所示。西安市旅游业碳排放脱钩指数整体处于 $-1.2069 \sim 0.9628$,旅游业碳排放与旅游经济增长的脱钩类型比较丰富,其中7个时期为弱脱钩、1个时期为衰退连接、3个时期为强脱钩,说明西安市

在旅游业经济增长的情况下,碳排放压力较大。具体而言,2010—2013年为弱脱钩状态,即旅游收入增加,碳排放增加,但旅游收入增加速度高于碳排放增加速度,旅游业运行情况良好;2013—2014年为强脱钩状态,即旅游收入增加,碳排放量降低,这是由当年西安市旅游住宿以及旅游活动碳排放量大幅度下降所导致的,该阶段正处于“十二五”计划期间,《西安市“十二五”节能规划》^[48]《进一步加强节能减排工作的实施意见》^[49]政策措施文件,为西安市旅游业的节能减排提供了全面的指导;2014—2015年为弱脱钩状态,即旅游收入增加速度高于碳排放增加速度;2015—2016年为强脱钩状态,即旅游收入增加,碳排放量降低,旅游住宿和旅游活动的碳排放量下降所致,该阶段主要受《西安市交通运输节能减排中长期发展规划》^[50]《西安市交通运输局关于进一步深入抓好交通行业节能减排工作的通知》^[51]等交通节能减排政策措施文件实施效果的影响;2016—2019年为弱脱钩状态,即旅游收入增加速度高于碳排放增加速度;2019—2020年为衰退连接状态,即旅游收入降低,碳排放降低,两者下降速度基本相同,这是因为此时间段受新型冠状病毒疫情影响,人们出行受限,旅游业发展滞缓;2020—2021年为强脱钩状态,即旅游收入增加,碳排放量降低,这是由于旅游交通碳排放量的骤然下降所致。

表5 西安市旅游业碳排放与旅游经济脱钩指标分析

年份	$\Delta I/I/\%$	$\Delta C/C/\%$	脱钩系数 ϵ	脱钩指标
2011	0.31	0.03	0.084 9	弱脱钩
2012	0.23	0.04	0.182 9	弱脱钩
2013	0.24	0.10	0.423 2	弱脱钩
2014	0.17	-0.01	-0.112 5	强脱钩
2015	0.13	0.08	0.685 4	弱脱钩
2016	0.13	-0.16	-1.209 6	强脱钩
2017	0.35	0.19	0.546 8	弱脱钩
2018	0.56	0.13	0.228 3	弱脱钩
2019	0.23	0.09	0.404 9	弱脱钩
2020	-0.40	-0.39	0.968 2	衰退连接
2021	0.30	-0.03	-0.109 9	强脱钩

3 结论与建议

3.1 结论

本文基于西安市旅游交通、旅游住宿、旅游活动三个方面的数据,通过“自下而上”法对西安市旅游业碳排放进行了估算研究,并运用 Tapio 脱钩指数分析法构建了西安市旅游业碳排放脱钩指数模型,分析了西安市旅游业碳排放与旅游经济增长之

间的脱钩效应,得到了以下结论。

(1)研究期内,西安市旅游交通碳排放量总体呈较快增长趋势,旅游交通中,航空的碳排放量最多,其单位排放量为137 g,居于旅游交通的首位,其次是公路的碳排放量,其单位排放量为133 g。相较于旅游交通和旅游活动,旅游住宿碳排放量总体稳定且数值较低。旅游活动碳排放量与旅游住宿碳排放量变化趋势大体相同,其中,不同旅游活动的碳排放量存在差异,依次为度假休闲>观光浏览>探亲访友>商务出差>健康疗养及其他。

(2)西安市旅游业总碳排放量2010—2019年呈上升态势,2019—2021年有下降的趋势,总体上表明西安市旅游环境近年来有所改善,但仍有较大的发展与改善空间。通过分析碳排放结构发现,交通是影响西安市旅游业碳排放的最主要因素,研究期内,旅游交通碳排放量的平均占比为82%,远高于旅游住宿以及旅游活动的碳排放量占比。这意味着若想进一步降低西安市旅游业碳排放总量,推动旅游业可持续发展,应聚焦旅游交通领域。

(3)西安市在研究期内多处于弱脱钩状态,即旅游业经济的增长速度高于旅游业碳排放的增长速度,这在一定程度上体现了西安市旅游业在发展过程中对碳排放增长的控制取得了一定成效。值得关注的是,近年来西安市旅游业出现了强脱钩状态,说明从低碳发展的角度,西安市旅游业的发展比较健康,但是要保持强脱钩的良好状态,必须继续朝着旅游业节能减排的方向优化发展。

3.2 建议

根据本文对西安市旅游业碳排放与旅游经济增长关系的研究结果,围绕旅游交通、旅游住宿和旅游活动对西安市旅游业低碳转型提出以下建议。

在旅游交通方面,本文通过研究发现,旅游交通碳排放量占旅游总碳排放量的比重远高于旅游住宿及旅游活动,其带来的碳排放问题亟待解决。基于此,本文提出几点建议:首先,优化出行结构,持续建设并完善铁路交通网络、公共交通、轨道交通等多重互补的交通体系,实现长、中、短途出游的有效结合,设计并推广以步行、骑行或公共交通为主的低碳旅游线路,减少对高碳排放交通工具的依赖。如在兵马俑、华清池等远郊景区推行“地铁+景区直通车”接驳专线,票价与地铁联程优惠,加强景区与地铁的交通联系。其次,推广新能源交通工具,在曲江、高新等区域试点“氢燃料出租车”,优化

景区周边服务,增加新能源旅游大巴的投入,提高新能源汽车在旅游市场的占比,加快充电桩、换电站等基础设施建设,为新能源汽车的使用提供便利。最后,发展共享交通,鼓励共享单车/汽车的发展,合理布局投放点,提高其使用率,满足游客的出行需求,减少私人汽车的使用频率,降低碳排放。同时,在旅游高峰期,增加连接北客站、大唐芙蓉园、大明宫的西安地铁4号线以及通往钟楼、回民街的地铁6号线的班次,优化游客出行服务,降低西安市旅游交通碳排放。

在旅游住宿方面,首先,制定更为严格且细化的旅游住宿行业碳排放测算标准与节能减排目标,明确规定以酒店行业为代表的碳排放范围及测算方法,为旅游住宿业发展提供导向,同时,设立专门的监管部门,以加强对酒店碳排放的监测与管理,督促酒店落实节能减排,对未达标的企业采取一定的惩罚措施,如将大型酒店纳入西安市碳市场试点,设定年度碳排放配额,超额部分需要购买碳汇。其次,酒店自身加强能耗检测,安装智能能源管理系统,监控和分析能源的使用情况,及时发现并解决能源浪费问题。同时,酒店减少一次性用品的使用,对于酒店内部的物资采购,优先选择环保、可降解的产品,推动酒店用品的绿色化。再者,酒店可安装太阳能光伏发电板、太阳能热水器等可再生能源设备,客房全面采用发光二极管(light-emitting diode, LED)照明、空气能热水系统,减少对传统化石能源的依赖,降低碳排放。此外,酒店可推广“西安味道”低碳餐饮计划,优先采购本地食材,减少运输碳排放,并在菜单上标注菜品碳足迹。

在旅游活动方面,旅游者作为旅游活动的主体,在选择旅游活动时,可优先考虑低碳环保的项目,尽量避免旅游高峰期,减少参与伴随高碳排放的活动。同时,旅游者可根据自身兴趣和能力,合理安排旅游活动,避免过度消费和资源浪费。在旅游过程中,爱护旅游活动场所的配套设施,不随意破坏。另一方面,加强对旅游活动项目的碳排放评估,对高碳排放的项目进行整改或淘汰,引导旅游企业开发和推广低碳旅游活动项目,在景区内推广使用太阳能、风能等可再生能源,减少对化石能源的依赖,并对其给予资金补贴和支持,以鼓励旅游企业创新。此外,在钟鼓楼、大雁塔等热门景区安装物联网传感器,实施监测人流密度、能耗数据,根据景区环境承载能力,合理调控游客流量,加大对旅游活动配套环保设施的投入,建设更多的环保型休息设施、垃圾分类设施等,减少

垃圾处理过程中的碳排放,提高旅游活动的绿色生态环保性及游客的良好体验感。同时,引入碳税或碳交易机制,对高碳排放的旅游活动征收碳税,激励旅游企业和游客选择低碳旅游方式。旅游活动管理者可通过相关奖励措施积极引导游客行为,对参与碳补偿的游客发放“低碳勋章”或者“低碳积分”,游客可凭此享受公共交通折扣、景区快速通道等权益。最后,西安市景点可开发“低碳研学”路线,通过大明宫考古中心(唐代建筑节能技术还原)、浐灞生态区(湿地碳汇功能试验)等节点的情境化教学,实现低碳理念的代际传递。

参考文献

- [1] 李罕梁,周玲强. 旅游业对实现“双碳”目标的作用[J]. 旅游学刊, 2023, 38(11): 3-5.
- [2] GOSSLING S. Global environmental consequences of tourism[J]. Global Environmental Change, 2002, 12(4): 283-302.
- [3] 马英健. 长江经济带旅游业碳排放的统计研究[D]. 天津: 天津财经大学, 2022.
- [4] 李振环,冯学钢,王亚玲. 中国旅游业碳排放脱钩效应测度与时空格局演变[J]. 统计与决策, 2021, 37(22): 46-51.
- [5] 韩苗苗. 中国旅游业碳排放的因素分解与达峰预测[D]. 大连: 东北财经大学, 2022.
- [6] 曾日成. 云南旅游业碳排放的时空脱钩特征与影响因素分析[D]. 昆明: 云南师范大学, 2023.
- [7] 蔡国琴. 海南省旅游业碳排放空间格局演变及其驱动因素研究[D]. 海口: 海南师范大学, 2023.
- [8] 林宣任. 中国旅游业碳排放强度省际异质性及其影响因素[D]. 衡阳: 南华大学, 2022.
- [9] 罗磐石,王瑾瑾,罗健. 新疆旅游业经济增长与碳排放脱钩状态研究[J]. 中国经贸导刊, 2024(8): 26-28.
- [10] 文辉. 海南省旅游碳排放与旅游碳承载力耦合协调关系动态研究[D]. 海口: 海南大学, 2023.
- [11] 郭钰,王远. 福建省旅游业碳排放脱钩关系及其驱动因素研究[J]. 福建师范大学学报(自然科学版), 2024, 40(4): 101-109.
- [12] 王珊,张泽矩,王梦涵,等. 中国省域旅游业碳排放效率综合测度及成因分析[J]. 财经理论, 2025(1): 71-83.
- [13] 张硕. 黑龙江省旅游业碳排放测算及其影响因素分析[J]. 西部旅游, 2024(9): 31-33.
- [14] 刁济元. “双碳”背景下森林旅游碳排放测算及影响因素研究——以东北三省为例[J]. 商业经济, 2024(3): 145-148.
- [15] 狄乾斌,李春雪,陈小龙. 中国沿海地区滨海旅游业碳排放效率时空演变特征及趋势预测[J]. 环境科学, 2025(2): 1-17.
- [16] 杨屹,郭欣悦. 西北省(区)旅游业碳减排成本时空演变特征及影响因素[J]. 环境科学, 2025(5): 97-108.
- [17] 田泽源,董治,董治宇,等. 基于面板数据模型关中平原城市群交通碳排放峰值预测与脱钩分析[J]. 中国环境科学, 2024, 44(10): 5901-5911.
- [18] 庞军,梁宇超,孙可可,等. 中国省域经济增长与煤炭消费的脱钩效应及影响因素分析[J]. 中国环境科学, 2023, 42(10): 1-14.
- [19] ZHU S, SUN H, XIA X, et al. Decoupling analysis of carbon emissions and forest area in china from 2004 to 2020[J]. Land, 2023, 12(7): 1458.
- [20] MAGAZZINO C, MELE M. On the relationship between transportation infrastructure and economic development in china[J]. Research in Transportation Economics, 2021, 88: 100947.
- [21] TAPIO P. Towards a theory of decoupling: degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001 [J]. Transport Policy, 2005, 12(2): 137-151.
- [22] 靳晓雯,张宇,杨轶涵,等. 内蒙古耕地生态安全压力和农业经济水平的脱钩状态研究[J]. 干旱区资源与环境, 2024, 38(12): 188-198.
- [23] 田慧慧. “双碳”背景下河南省旅游业碳排放测算与脱钩分析[J]. 经营与管理, 2024, 41(3): 1-10.
- [24] 翁钢民,李聪慧,潘越,等. 中国旅游业碳排放脱钩效应及影响因素研究[J]. 地理与地理信息科学, 2021, 37(2): 114-120.
- [25] 孙玉环,杨光春. 中国旅游业碳排放的影响因素分解及脱钩效应[J]. 中国环境科学, 2020, 40(12): 5531-5539.
- [26] 毋丹丹,刘敏,邵秀英. 河南省旅游业碳排放测算及脱钩效应研究[J]. 科技和产业, 2023, 23(18): 74-79.
- [27] 李玉锦. 低碳发展背景下山西省旅游业碳排放测算、影响因素及脱钩效应研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2020.
- [28] 张苗,武装,陈岩. 京津冀旅游业碳排放时空特征与脱钩关系研究[J]. 时代经贸, 2024, 21(5): 156-158.
- [29] 王贝贝,王小兰,侯兰功,等. 成渝地区双城经济圈旅游业碳排放脱钩态势及影响因素研究[J]. 西安理工大学学报, 2024, 41(1): 1-13.
- [30] 邹林翰,黄猛. 四川省旅游业交通碳排放与经济增长脱钩关系研究[J]. 四川旅游学院学报, 2023(6): 59-64.
- [31] 魏艳旭,孙根年,马丽君,等. 中国旅游交通碳排放及地区差异的初步估算[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2012, 40(2): 76-84.
- [32] 石培华,吴普. 中国旅游业能源消耗与 CO₂ 排放量的初步估算[J]. 地理学报, 2011, 66(2): 235-243.
- [33] 黄美忠,黄晓坤. 长三角城市群旅游业碳排放脱钩效应测度与空间分异[J]. 中南林业科技大学学报, 2022(5): 170-180.
- [34] 郭伟,张鹏飞,虞虎,等. “丝绸之路经济带”旅游交通碳排放的时空演变及脱钩效应研究[J]. 生态经济, 2022(12): 111-117.

- [35] 王小兰, 王海明, 王旭熙. 新型城镇化水平与生态环境压力脱钩关系时空差异分析——以四川省绵阳市为例[J]. 中国农业资源与区划, 2019, 40(3): 121-129.
- [36] 郑立群, 张宇. 我国省区低碳发展特征与目标研究[J]. 科技进步与对策, 2013, 30(3): 32-36.
- [37] 毛保华, 赵义馨, 李宁海, 等. 我国高速铁路与民航客运碳排放因子及其影响因素研究[J]. 北京交通大学学报, 2024, 48(4): 11-21.
- [38] 于占福. 拥抱更加清洁、开放和公平的天空——航空运输业如何实现碳中和[EB/OL]. (2021-10-27)[2024-12-30]. <https://news.qq.com/rain/a/20211027A02QNS00>.
- [39] 青岛日报社. 物流业降本增效, 青岛铁路成“流量担当”[EB/OL]. (2024-05-29)[2024-12-30]. https://www.dailyqd.com/guanhai/320471_1.html.
- [40] 齐张丽. 以拥堵收费推进城市治堵减碳的可行性探索[EB/OL]. (2022-06-17)[2024-12-30]. <https://news.qq.com/rain/a/20220617A07XQF00>.
- [41] 陕西省人民政府. 陕西省旅游业“十二五”发展规划[EB/OL]. (2012-07-11)[2024-12-30]. https://www.shaanxi.gov.cn/zfxxgk/fdzdgknr/ghxx/sewgh/zxgh_2443/201207/t20120711_1662307.html.
- [42] 陕西省建筑节能协会. 西安市人民政府关于印发西安市“十三五”节能减排综合工作方案的通知[EB/OL]. (2019-01-24)[2024-12-30]. <https://www.sxjzn.org/h-nd-3124.html>.
- [43] 雷媛媛. 西安新能源汽车产业发展现状与对策研究[J]. 现代工业经济和信息化, 2023, 13(9): 73-74.
- [44] 凤凰网. 西安 2013 年接待游客突破 1 亿实现旅游收入 811 亿[EB/OL]. (2014-01-08)[2024-12-30]. https://sd.ifeng.com/lvyou/guoneiyou/detail_2014_01/08/1704197_0.shtml.
- [45] 孙海霞, 苏凝娜. 西北地区旅游业碳排放时空差异分析[J]. 湖北农业科学, 2021(2): 35-43.
- [46] 凤凰网. 2017 年西安将新增 6 个 3A 景区接待游客 1.62 亿人次[EB/OL]. (2017-05-04)[2024-12-30]. https://sn.ifeng.com/a/20170504/5631316_0.shtml.
- [47] 西安新闻网. 西安市“十三五”节能减排综合工作方案[EB/OL]. (2019-01-21)[2024-12-30]. https://www.cnr.cn/sxpd/shgl/20190121/t20190121_524489397.shtml.
- [48] 社会发展与政策法规处. 西安市“十二五”节能规划[EB/OL]. (2011-08-17)[2024-12-30]. <https://xakj.xa.gov.cn/kjdt/gzdt/5db6515ff99d65744c920f17.html>.
- [49] 国务院. 进一步加强节能减排工作的实施意见[EB/OL]. (2022-01-24)[2024-12-30]. https://wenku.baidu.com/view/4b193a267b3e0912a21614791711cc7931b77823.html?_wkt_s_1733645897992.
- [50] 西安市交通运输局. 西安市交通运输节能减排中长期发展规划[EB/OL]. (2017-07-31)[2024-12-30]. <https://jtj.xa.gov.cn/xxgk/flfg/bmwj/5dcb37cfd850810a7280a6f.html>.
- [51] 西安市交通运输局. 西安市交通运输局关于进一步深入抓好交通行业节能减排工作的通知[EB/OL]. (2011-11-12)[2024-12-30]. <https://jtj.xa.gov.cn/xxgk/flfg/bmwj/5dcb37cfd850810a7280a6f.html>.

Research on Emission Measurement and Decoupling Effect of Tourism Industry in Xi'an Based on the Tapio Model

ZHOU Yangyang, ZHOU Shan, DAI Jiayu, HUANG Guan

(College of Tourism, Xi'an International Studies University, Xi'an 710128, China)

Abstract: Based on the data of tourism transportation, tourism accommodation and tourism activities, the carbon emissions of Xi'an's tourism industry from 2010 to 2021 was calculated using the “bottom-up” method. A decoupling model was constructed using the Tapio decoupling index, and the decoupling effect between carbon emissions and tourism economic growth was explored. The results show that the carbon emissions from tourism transportation are the main contributor of the carbon emissions of the tourism industry in Xi'an. The overall carbon emissions of Xi'an's tourism industry shows a downward trend, while there is still considerable room for improvement. The relationship between tourism carbon emissions and economic growth in Xi'an predominantly demonstrates a state of decoupling, indicating significant potential for further carbon reduction.

Keywords: tourism industry; carbon emissions; decoupling effect; Tapio decoupling index; Xi'an City