

# 川渝山区避暑游减碳效益测算及其启示

惠红, 吴铜, 龙桂箱, 张仁军

(重庆理工大学管理学院, 重庆 400054)

**摘要:** 旅游通常被认为会增加碳排放, 但山区避暑游是从高碳排放的客源地到低碳排放的目的地的旅游, 可能具有减碳效应, 因此需要测算山区避暑游的减碳量, 研究其减碳机理。以川渝地区为案例, 从客源地和目的地整体视角出发, 研究山区避暑游的减碳效益和机理。四川盆地盆中夏季炎热, 但周边高山夏季凉爽, 就近山区避暑游是盆中成渝地区居民夏季旅游的主要形式。基于推拉理论, 构建了山区避暑游旅游流预测模型, 得到旅游流数据; 再以空调使用、旅游交通和房屋建筑改造的碳排放量为测算指标, 计算山区避暑游的减碳量。研究表明: (1) 游客去山区避暑游, 由于旅游交通和建筑改造, 碳排放量会增加, 且排放量并不低。(2) 从客源地和目的地整体视角测算比较, 川渝山区避暑游是减碳的, 并且减碳效益明显, 在7-8月份之间, 最高可实现的减碳量为35.82万~115.92万t。山区避暑游的减碳潜力巨大, 大力发展山区避暑游对促进成渝城市群高质量发展具有重要意义。

**关键词:** 山区避暑游; 减碳效益; 旅游流; 碳测算

旅游业对气候变化的影响已经成为全球研究的热点问题<sup>[1,2]</sup>。旅游业产生的碳排放受到广泛关注<sup>[3]</sup>, 许多学者认为旅游业会导致二氧化碳的增加<sup>[4-6]</sup>。然而, 这种看法往往考虑的是游客在旅游过程中的碳排放, 忽略了客源地和目的地之间的碳排放差异。避暑游特别是就近的山区避暑游是从高碳排放客源地到相对低碳排放的目的地的旅游, 它具有游客规模大、出游距离短、避暑时间长等特点<sup>[7,8]</sup>。因此需要对山区避暑游的碳排放进行精确测算, 以确定其是否具有减碳效益。川渝地区的山区避暑游以四川盆地为主, 盆中为经济发达的成渝城市群, 夏季天气炎热且持续时间长, 其中重庆更是中国四大火炉城市之一, 夏季空调使用频繁; 四川盆地周边山区气候凉爽, 夏季只有少数时间需要使用空调, 甚至部分地区可以完全不使用空调。每年夏季盆中地区居民都会产生大量的避暑需求, 促进了周边众多山区避暑地的发展, 甚至带动了邻近的贵州、云南的避暑游产业发展<sup>[9]</sup>。大力发展具有减碳效益的山区避暑游, 具有促进乡村振兴和成渝城市群高质量发展的双重效应。因此, 很有必要对川渝山区避暑游的减碳效益进行估算。需要将山区避暑游的客源地和目的地作为统一系统测算碳排放量, 得到山区避暑游的减碳效益。因为在测算旅游的减碳效益时, 应该对旅游和不旅游两种状态在相同时间内的碳排放进行比较。

目前旅游碳排放测算主要包括宏观和微观两种视角。宏观测算是从旅游业及相关行

收稿日期: 2023-05-08; 修订日期: 2023-10-15

基金项目: 国家社会科学基金项目 (20BGL150); 重庆市教委人文社科重点项目 (23SKJD113)

作者简介: 惠红 (1975-), 女, 重庆渝中人, 硕士, 副教授, 硕士生导师, 研究方向为旅游规划、旅游扶贫。

E-mail: hhzrj@cqut.edu.cn

通讯作者: 张仁军 (1970-), 男, 四川南充人, 博士, 教授, 硕士生导师, 研究方向为文旅大数据分析、旅游规划 (策划)。E-mail: zrj@cqut.edu.cn

业出发,计算因旅游而产生的直接和间接碳排放,如Sun<sup>[10]</sup>将旅游碳排放分为地区直接和间接碳排放,国外输入碳排放三部分测算;Meng等<sup>[11]</sup>结合旅游业在各碳消耗产业部门中的比例计算旅游业直接和间接碳排放。微观角度是从旅游者行为出发,计算个体旅游行为从开始到结束全生命周期内的碳排放,如陶玉国等<sup>[12]</sup>从游客行为视角出发,测算游客在旅游交通、住宿和旅游活动三方面碳排放。也有学者将两种角度结合测算旅游碳排放<sup>[13]</sup>。但是以上测算方法都是以旅游行为过程产生的碳排放为测算基础,没有比较旅游和不旅游两种状态的碳排放差异。比较旅游和不旅游两种状态的碳排放,本质上应是比较客源地的碳排放和旅游过程的碳排放。

为了计算旅游过程中以及客源地的碳排放,需要掌握具体的旅游流数据。这种数据一般可以通过实地调查<sup>[13,14]</sup>、景区或政府统计<sup>[15,16]</sup>、电商交易平台或网络社交平台<sup>[17,18]</sup>、手机信令数据<sup>[19,20]</sup>和模型估算<sup>[21,22]</sup>五种方式获取。掌握川渝这样大区域的客流,采用实地调查的方法,工作量太大。景区或政府统计部门提供的客流数据,一般只披露目的地游客数量,而不会披露客源地。电商交易和网络社交平台数据很难区分出某一具体时段的数据,同时,川渝山区避暑目的地往往地处偏僻,并非传统意义上的热门旅游地,这些地方的旅游流数据在电商交易和网络社交平台上也非常缺乏。手机信令数据可根据游客的流动情况获取相关流动数据,有着较好的准确性与可行性,但因为川渝山区避暑游的游客可选择的目的地较多,过于随机,如果对所有的游客和目的地都进行逐个观测与整理,不管是时间成本还是经济成本都过大。此外,由于山区避暑游发生于暑假期间,这时候会有大量本地学生和居民从城市返回乡村,这部分群体也难以通过手机信令数据区分出来。模型估算是通过数理模型对旅游流进行仿真,具有成本低、速度快的优点,但模型需要较高的科学性和准确性。

综合而言,通过构建模型来估算川渝山区避暑游旅游流是最现实的选择。目前旅游流预测模型构建方法一般包括时间序列法、回归分析法、机器学习法和深度学习法等;时间序列分析通过对历史时间段数据的分析来预测未来的旅游流量趋势<sup>[23,24]</sup>;回归分析则通过建立旅游流的影响因素之间的关系模型,预测旅游流量的变化<sup>[25,26]</sup>;机器学习和深度学习则利用大数据和人工智能等技术手段,实现对旅游流的精准预测<sup>[27,28]</sup>。尽管不同的预测模型因数据数量、质量和算法等因素的不同而存在差异,但基本原理相同,都是依靠历史数据和影响因素等进行预测。而目前在预测夏季山区避暑游旅游流方面还没有专门的模型。

本文以山区避暑游的客源地和目的地作为一个系统整体,首先基于推拉理论,从游客自身需求推力和目的地吸引物拉力出发,构建山区避暑游旅游流预测模型,得到川渝山区避暑游旅游流数据;再以游客在客源地的空调使用时长、旅游交通和房屋建筑改造的碳排放为测算指标,构建山区避暑游碳排放测算模型,综合测算川渝山区避暑游的减碳效益。该研究成果可为成渝地区高质量发展和乡村振兴战略提供参考。

## 1 研究方法 with 数据来源

### 1.1 数据来源

本文主要研究四川和重庆7-8月份山区避暑游的碳排放情况,文中“夏季”指7-8月

份。天气数据来源于气象局提供的县(区)城2022年7-8月份历史天气数据,包括每日的最高气温、最低气温和相对湿度。区域地理信息数据来源于国家基础地理信息中心,包括行政边界、海拔等数据。能源消耗数据及核算系数来源于四川省《公共机构能耗定额标准》、重庆市《公共机构能耗定额标准》《2006 IPCC 国家温室气体清单指南》和Gössling等<sup>[29]</sup>的研究。旅游交通数据来源于百度地图([www.baidu.com](http://www.baidu.com))提供的百度API在线获取行程服务,通过Python程序可直接获取两点间的交通方式、距离和时间。通过抽样调查得到的川渝地区居民夏季山区避暑游出行数据和目的地空调装机率、客房面积等数据,用于计算山区避暑游的出行人数及空调使用和房屋建筑改造的碳排放。综合这些数据,实现对川渝山区避暑游旅游流的估算和碳排放的测算。

## 1.2 研究范围和抽样数据

### 1.2.1 研究范围

虽然在实际生活中,川渝两地居民也会在邻近川渝周边的山区(如贵州、云南)避暑,但本文仍将测算的避暑目的地山区设定为川渝两地山区。其原因在于:山区避暑一般距离较短,将目的地设为川渝山区可以简化计算,同时并不会造成过大的误差;限定为川渝山区的测算数据可为成渝地区双城经济圈旅游协作提供参考。

### 1.2.2 抽样数据

项目组于2022年7-8月期间,对川渝地区多个山区避暑游目的地农家乐业主,以及成渝地区多个城市居民的山区避暑游出行情况进行了随机抽样调查。

在对农家乐业主的调查中,调研方式为电话访谈与实地抽样调研结合,共有287名农家乐业主参与调研,得到有效问卷268份,有效率为93.37%。调研地区包括武隆区赵家乡、綦江区丁山镇、城口县东安镇等28个山区避暑游典型乡镇。调研内容分为两部分:第一部分包括年龄、性别、教育程度、婚姻状况等基本信息;第二部分包括农家乐房间面积、空调安装和使用情况、食物来源和生活用能等内容。在这268家农家乐中,农家乐客房平均面积为16.2 m<sup>2</sup>,每个房间可住2人;空调安装率随着海拔升高而减少,在海拔低于1000 m的时候,很多农家乐还是会选择安装空调,而当海拔大于1300 m时,农家乐的空调安装率为0(表1)。

表1 海拔与山区农家乐空调安装率

Table 1 Elevation and air conditioning installation rate in mountainous agritainment

海拔/m	800~900	900~1000	1000~1100	1100~1200	1200~1300	1300以上
空调安装率/%	34.2	21.7	10.3	4.3	1.2	0

在对城市居民山区避暑游出行情况的调查中,调研方式为网络问卷和实地抽样调研相结合,并利用滚雪球抽样方法进行,随机找到一个居民,询问其家庭成员的山区避暑游情况。最终得到1265位市民的出行情况,有效数据1214份,有效率为95.96%。调研对象包括重庆、成都、达州、南充、广安等10个成渝地区主要城市居民。调研内容分为两部分:第一部分包括年龄、性别、家庭成员构成、婚姻状况等基本信息;第二部分包括本人或者家庭成员中是否有山区避暑游行为,若存在出游的情况,询问其人数、出行时间、居住时长、避暑游目的地位置、来回的交通方式等出行信息。

四川盆地市民山区避暑游出行比例相当大(表2)。出行时间集中于每年的7-8月

表2 川渝居民山区避暑游比例

Table 2 The proportion of mountainous summer tourism taken by residents in the Sichuan and Chongqing

居住时长	未出行	1周以内	1周至1个月	1个月以上	总人数
人数/人	810	143	138	123	1214
占比/%	66.7	11.8	11.4	10.1	100

份。约33.3%的市民会选择避暑旅游，约10.1%的市民出行时间会超过1个月。此外，根据访谈结果，在出行时间超过1个月的市民中，约68%的市民选择在四川或重庆的山区农家乐就近避暑。主要对象为退休老年游客，以小汽车家庭自驾、铁路、大巴跟团的形式出行。虽然也存在极少数飞机出行的情况，但由于情况极为特殊，不单独讨论。

### 1.3 山区避暑游旅游流预测模型

推拉理论是旅游流研究中的重要理论之一，最初由英国学者Ravenstein<sup>[30]</sup>提出，主要应用于研究人口迁移和人口流动等问题。Dann<sup>[31]</sup>首次将“推—拉”理论引入旅游研究，用于解释旅游流动问题。该理论认为游客出行动机受到两种力量共同影响：游客自身旅游需求方面产生的“推力”，目的地吸引物对游客的“拉力”<sup>[32,33]</sup>。

根据推拉理论，山区避暑游旅游流预测需要考虑游客自身需求推力和目的地吸引物拉力。客源地炎热的气候使得游客产生避暑需求<sup>[34]</sup>，作为山区避暑游的主要推力因素。游客通常会选择气候较凉爽的山区作为旅游目的地，山区凉爽宜人的气候是避暑游的主要拉力因素<sup>[33,35]</sup>。客源地与目的地之间的交通距离也是游客选择旅游目的地的重要因素，距离较远的目的地通常会降低游客的兴趣和意愿<sup>[26,36]</sup>。虽然客源地城市的拥挤、城市生活的乏味等也是推力来源，以及山区较高的植被覆盖、健康绿色的食物等也是拉力来源，但这些方面个体差异较大，难以准确比较。而气候和旅游交通对季节性旅游的影响较为明显<sup>[10,14]</sup>，同时为简便起见，将目的地和客源地的气候及两者间距离作为主要指标进行考虑。构建山区避暑游旅游流预测模型，计算公式如下：

$$PU_{\alpha_i\beta_j} = \frac{F_{\alpha_i} f_{\beta_j}}{D_{\alpha_i\beta_j}^2} \quad (1)$$

$$P_{\alpha_i\beta_j} = PE_{\alpha_i} \times \frac{PU_{\alpha_i\beta_j}}{\sum_j PU_{\alpha_i\beta_j}} \quad (2)$$

式中： $\alpha_i$ 表示山区避暑游客源地*i*； $\beta_j$ 表示山区避暑游目的地*j*； $F_{\alpha_i}$ 表示7-8月客源地*i*空调使用时长（h）； $f_{\beta_j}$ 表示7-8月目的地*j*不需要开空调的时长（h）； $D_{\alpha_i\beta_j}$ 表示从客源地*i*到目的地*j*的旅游交通距离（km）； $P_{\alpha_i\beta_j}$ 表示从客源地*i*到目的地*j*的预测游客数量（个）； $PE_{\alpha_i}$ 表示客源地*i*参与山区避暑游的游客数量（个）； $PU_{\alpha_i\beta_j}$ 表示山区避暑游推拉强度值，即基于客源地*i*的推力与目的地*j*的拉力共同作用力强度，值越大，从客源地*i*到目的地*j*的出行可能越大； $\sum_j PU_{\alpha_i\beta_j}$ 表示对游客从客源地*i*可能去往的所有目的地所对

应的推拉力强度值  $PU_{\alpha_i\beta_j}$  进行求和； $\frac{PU_{\alpha_i\beta_j}}{\sum_j PU_{\alpha_i\beta_j}}$  表示从客源地*i*到目的地*j*这条线路的游客出行比例（%）。



运用此模型有一个假设判断前提,默认目的地比客源地更凉快时,则存在出行可能性。即需首先判断  $F_{\alpha_i} - (1488 - f_{\beta_j})$  是否大于0 (7-8月份共1488 h),当大于0时,存在出行可能性;否则,默认线路客源地*i*到目的地*j*不可能发生。

#### 1.4 山区避暑游碳排放测算模型

测算山区避暑游碳排放时,假设游客在山区避暑游中只有空调使用、旅游交通、目的地的房屋建筑改造三个方面的碳排放发生变化,其他活动碳排放无差异。主要原因如下:在山区避暑游中,通常只需要目的地农家乐对房屋进行简单改造,游客的生活娱乐方式简单,多为周边散步,并不会新增额外的基础设施;客源地和目的地的天气差异较大,空调使用会存在明显的变化,而旅游交通则是山区避暑游直接带来的碳排放;虽然生活饮食、日常娱乐活动也发生了改变,但由于个体差异较大,难以进行准确测算。

##### (1) 旅游交通碳排放测算

在旅游交通碳排放测算方面,根据 Gössling 等<sup>[29]</sup>的研究方法,结合山区避暑游的情况进行了修改,公式如下:

$$E_m = 2\beta m \times \varepsilon m \times N \times S \quad (3)$$

式中: $m$ 表示游客参与山区避暑游使用的交通方式; $E_m$ 为游客从某一客源地到某一目的地使用交通方式*m*时的旅游交通碳排放量(kg);2表示游客山区避暑游往返行程; $\beta m$ 表示游客乘坐交通工具*m*时每人每公里CO<sub>2</sub>特定排放量(kg/pkm); $\varepsilon m$ 表示交通工具*m*的均衡因子,用于测算包括二氧化碳以外的其他排放物对气候的影响,例如,氮氧化物、煤烟的排放造成额外的正向辐射强迫; $N$ 为从客源地到目的地旅游者数量(个); $S$ 表示目的地和客源地间的旅游交通距离(km)。

游客在山区避暑游时,主要采用的交通方式包括公共汽车、铁路、私家车三种,其碳排放系数分别为0.018 kg/pkm、0.025 kg/pkm、0.075 kg/pkm,而对应的均衡因子 $\varepsilon m$ 根据 Gössling 等<sup>[29]</sup>的研究均为1.05。游客数量*N*则根据旅游流预测模型得到每条线路的游客数量。山区避暑游的旅游交通距离*S*为客源地到目的地的实际交通距离,由百度地图在线API获取行程服务得到。

##### (2) 空调使用碳排放测算

在空调使用碳排放测算方面,基于“碳排放量=能源消耗量×能源碳排放系数”,构建空调碳排放测算公式如下:

$$TE_{AC} = C_m \times EF_{ce} \times H_t \quad (4)$$

式中: $TE_{AC}$ 表示居民空调使用的总碳排放量(kg); $C_m$ 表示电力能源折算成标准煤的系数[kgce/(kW·h)]; $EF_{ce}$ 表示标准煤的碳排放系数; $H_t$ 表示空调总电力能耗量(kW·h)。

在测算空调使用电能的碳排放时,标准煤碳排放系数 $EF_{ce}$ 为2.7725 t CO<sub>2</sub>/tce,电力能源折算成标准煤系数 $C_m$ 为0.1229 kgce/(kW·h)。空调总电力能耗量 $H_t$ 由空调开启总时长和每小时需要消耗的电量求得。山区避暑游主要为退休老人,假设退休老人为夫妻共同居住,且共用一台空调,空调功率为1.5匹,每小时用电量为1.1025 kW·h。通过查阅地方电力折算标准文件,四川省市场监督管理局2021年实施的《公共机构能耗定额标准》和重庆市市场监督管理局2021年实施的《公共机构能耗定额标准》,电力能源折算成标准煤参考系数 $C_m$ 均为0.1229 kgce/(kW·h)。

##### (3) 建筑改造碳排放测算

游客在山区避暑游时，会增加目的地农家乐的房屋建筑改造碳排放量。可根据平均建筑面积的碳增量与房间面积的关系测算，公式如下：

$$BE = \frac{1}{2}Y_e \times A_r \tag{5}$$

式中： $BE$ 表示山区避暑游人均房屋建筑改造碳排放（kg）； $Y_e$ 表示房屋建筑单位面积的碳排放（kg/m<sup>2</sup>），根据熊宝玉<sup>[37]</sup>的研究可知为4 kg/m<sup>2</sup>； $A_r$ 表示农家乐客房平均建筑面积（m<sup>2</sup>），根据抽样调研可知为16.2 m<sup>2</sup>；每个房间住2人。

由式（5）可测算出山区避暑游因房屋建筑改造而增加的碳排放为32.4 kg/人/年。由于游客只会在夏季去农家乐避暑，其余时间房屋几乎为空闲状态，因此以每年的房屋碳增量作为山区避暑游的房屋建筑改造的碳增量。

1.5 川渝山区避暑游目的地的分布

本文以乡镇为基准，筛选川渝地区中所有适合山区避暑游的目的地，筛选标准为山区海拔。虽然自然环境、旅游资源、服务设施等也是确定山区避暑游目的地的影响因素，但差异较大难以进行直接比较，且在同一地区海拔与气温的变化关系最为明显。

通过对各乡镇政府所在地海拔筛选后，得到目的地共714个（图1），其中重庆有158个，四川有556个。目的地的选择标准为：海拔位于800~2000 m的乡镇。虽然海拔在800 m以下也存在极少数的避暑旅游情况，但天气的凉爽程度并不明显，在实际生活中，长居游客相对较少。同时，高海拔山区虽然也会存在避暑游的情况，但通常由于交通运输、气候极端等原因，长居游客相对较少。因此综合考虑海拔在800~2000 m之间的乡镇为山区避暑游目的地。

1.6 川渝山区避暑游客源地分布

本文以川渝各县（区）城为基准，通过测算温湿指数（THI），以闷热时长大于200 h

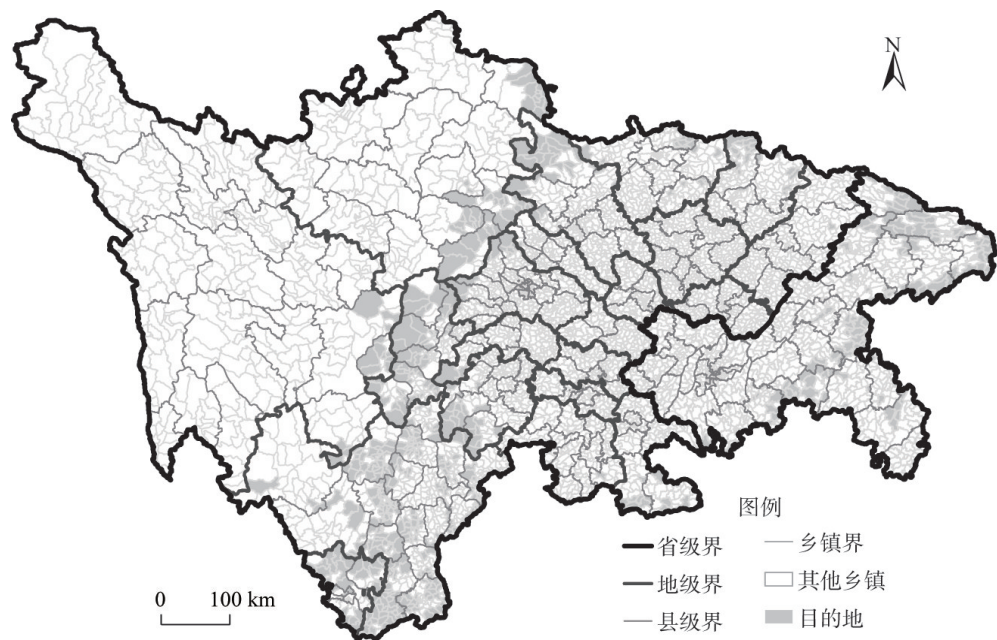


图1 川渝可避暑山区乡镇空间分布

Fig. 1 Spatial distribution of townships for mountainous summer tourism of Sichuan and Chongqing

的县（区）城为山区避暑游的可能客源地。温湿指数考虑了气温、湿度等气象要素对人体的综合作用，经验公式为<sup>[38]</sup>：

$$I=(1.8T+32)-0.55(1-RH)\times(1.8T-26)$$

(6)

式中：*I*表示温湿指数值；*T*为环境摄氏气温（℃）；*RH*表示相对湿度值（%）。

温湿指数值*I*对应了人体对环境的感受（图2），*I*等级越高，通常人体感受越热。当*I*的值大于75时，人体就会感到闷热，不舒适。

等级	-4级	-3级	-2级	-1级	0级	1级	2级	3级	4级
分级值	<40	40≤ <i>I</i> <45	45≤ <i>I</i> <55	55≤ <i>I</i> <60	60≤ <i>I</i> <65	65≤ <i>I</i> <70	70≤ <i>I</i> <75	75≤ <i>I</i> <80	<i>I</i> ≥80
人体感觉	极冷 极不舒适	寒冷 不舒适	偏冷 较不舒适	凉爽 舒适	凉 非常舒适	暖 舒适	偏热 较舒适	闷热 不舒适	极其闷热 极不舒适

图2 温湿指数分级标准

Fig. 2 Classification standard for *THI*

为了得到精确的闷热时长，需对地区温湿指数值进行逐小时计算，逐小时气温*T*基于正弦函数分段法获得<sup>[39]</sup>，再结合川渝各县（区）城的相对湿度*RH*综合测算*I*值。

对川渝各县（区）城的闷热时长进行统计（图3），以闷热时长大于200 h的县（区）城作为山区避暑游的可能客源地，可能客源地主要为成渝地区。主要原因为：首先，根据*THI*的测算数据可知，闷热时长200 h以下的地区主要为夏季凉爽的川西地区，这部分地区在实际生活中通常没有避暑需求；此外，由于旅游流预测模型中有一个判断前提，即目的地比客源地更凉快则存在出行可能，而在200 h以下的地区，也不存在出行可能。因此，本文将闷热时长在200 h以下的区县默认为不存在避暑需求，这可以减少大

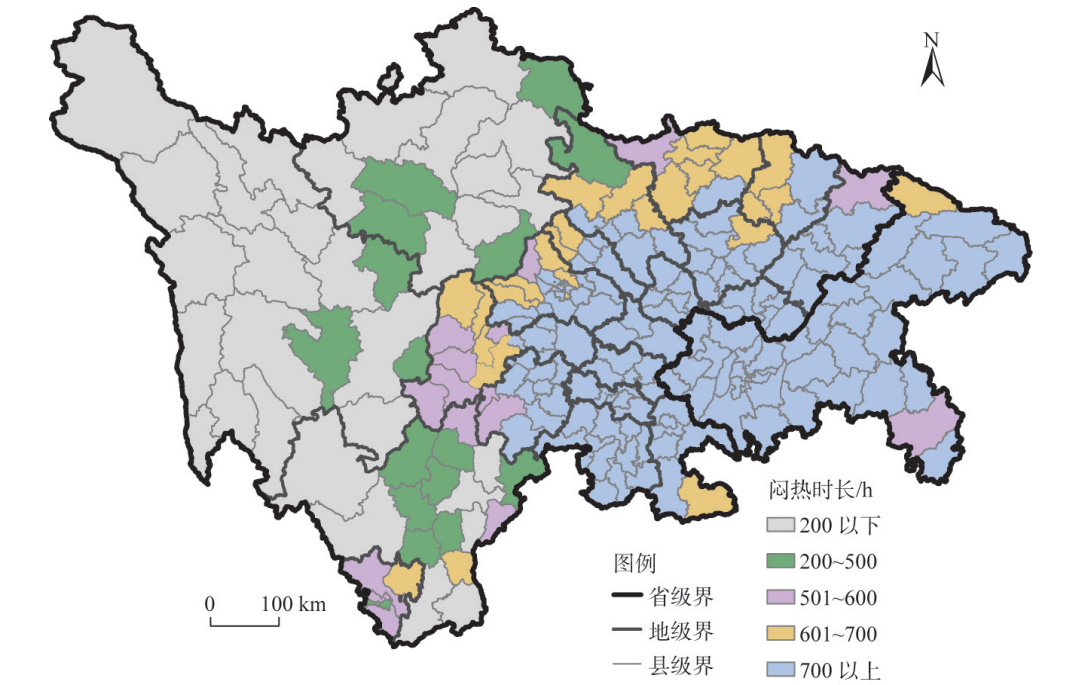


图3 川渝各县（区）城夏季闷热时长

Fig. 3 Sweltering hours in the counties (districts) of Sichuan and Chongqing during summer



量的计算量与排除大量不可能旅游线路，而200 h以上的地区为可能客源地，这还需要用旅游流预测模型进一步确定是否存在旅游流数据。

### 1.7 川渝山区避暑游人数测算

目前，川渝山区避暑游的出行人数没有相关统计数据，本文采用抽样调查的方式进行估算。基于表2的抽样数据，可测算县（区）城就近山区避暑游1月以上的人数，公式如下：

$$PE_{a_i} = \rho_{a_i} \times P_1 \times P_2 \quad (7)$$

式中： $PE_{a_i}$ 表示客源地*i*就近山区避暑游时间1月以上的游客量（个）； $\rho_{a_i}$ 表示客源地*i*人口数（个）； $P_1$ 表示避暑游超过一个月的人数占比（%），值为10.1%； $P_2$ 表示选择在就近周边山区避暑的人数占比（%），值为68%。

以成渝地区主要城市的游客出行调研数据 $P_1$ 、 $P_2$ 代表各客源地的出行比例，没有考虑不同区县的差异，主要原因如下：在抽样调研时，调研对象为成渝地区的多个县（区）城居民，有很好的随机性；在川渝城市中，大多数人口集中于成渝地区，且山区避暑游主要客源地也集中在成渝地区，有很好的代表性；此外，旅游流预测模型会自动判断并删除不符合条件的旅游流线路。

### 1.8 川渝居民空调使用时长测算

#### 1.8.1 客源地空调使用时长测算

目前，居民夏季使用空调情况没有统一的标准，但气候的高温程度通常是最关键的影响因素。虽然湿度、风速、身体状况等因素同样会影响空调的使用，但它们之间的相互作用较为复杂。因此，本文仅考虑不同温度对空调使用概率的影响。基于Duan等<sup>[40]</sup>对中国夏季高层住宅空调使用行为研究，采用如下公式计算：

$$T_{sac} = \sum_i \frac{\exp(-26.681 + 0.954ti)}{1 + \exp(-26.681 + 0.954ti)} \times T_{ti} \quad (8)$$

式中： $T_{sac}$ 为客源地空调使用时长（h）； $ti$ 表示客源地的室内温度（℃）； $T_{ti}$ 表示客源地室内温度为*ti*的时长（h）。

地区逐小时数据基于正弦函数分段法得到，作为空调使用时长基础数据。在夏季炎热时段，即使不使用任何乘凉设备，室内温度通常比室外低。而气象网站提供的数据为室外温度，本文默认室内温度*ti*比室外温度低3~4℃，以此来估算游客在客源地的空调使用时长。

#### 1.8.2 目的地空调使用时长测算

在实际生活中，由于“家中使用”的成本需要自己支付，而“旅居使用”的成本通常已经包含在住宿费用之中，这会在很大程度上影响消费者的空调使用行为。测算游客在目的地的空调使用时长时，基于调研数据，按照不同海拔地区的空调装机率，分两种情况进行讨论：在农家乐安装空调的地区，默认游客在室内温度超过26℃时，均开启空调；在农家乐没有安装空调的地区，则默认不使用空调。构建游客在目的地空调使用时长计算公式如下：

$$T_{dac} = GR \times R_{ac} \times T_{26^\circ\text{C}} \quad (9)$$

式中： $T_{dac}$ 表示游客在某一个目的地夏季空调使用的总时长（h）； $GR$ 表示某一客源地游客居住的客房量（间）； $R_{ac}$ 表示该地农家乐的空调安装率（%）； $T_{26^\circ\text{C}}$ 表示该地气温超过



26 °C的总时长 (h)。客房量  $GR$  由旅游流数据求得, 默认两个游客居住一个房间。

以 26 °C 作为目的地空调使用的分界点, 主要原因如下: 结合杜晨秋等<sup>[41]</sup>对重庆住宅居民的研究可知, 重庆居民在 25.4 °C 以下时空调使用极低; 26 °C 为最佳舒适温度, 大多数老年人都适应这个温度。

由于缺少每个乡镇的历史气温数据, 利用“垂直温度递减率”得到每个乡镇气温数据, 计算公式如下:

$$T_{\alpha_{\beta}} = T_{\alpha} - 0.006 \times (H_{\alpha_{\beta}} - H_{\alpha}) \quad (10)$$

式中:  $\alpha$  表示某一个县 (区) 城;  $\alpha_{\beta}$  表示县 (区) 城  $\alpha$  下面的某一个乡镇;  $H_{\alpha}$ 、 $H_{\alpha_{\beta}}$  分别表示  $\alpha$  县 (区) 城、 $\alpha_{\beta}$  乡镇海拔 (m);  $T_{\alpha}$ 、 $T_{\alpha_{\beta}}$  分别表示  $\alpha$  县 (区) 城、 $\alpha_{\beta}$  乡镇温度 (°C)。

## 2 结果分析

### 2.1 山区避暑游空调使用时长差异

基于地区逐小时温度数据和空调使用概率, 得到地区夏季空调的使用情况, 统计可得川渝地区各县 (区) 城夏季空调使用总时长 (图4)。空调使用时长存在明显的空间差异, 由重庆向四川西部城市逐渐减少, 重庆的县 (区) 城空调使用程度普遍较高, 大多数都超过 700 h, 部分甚至超过 1000 h; 成都及其周边城市空调使用程度较重庆低, 多为 500~700 h; 四川西部的县 (区) 城几乎没有空调需求。

在夏季同期, 游客在山区避暑游目的地空调使用时长较城市明显缩短 (表3)。在这 714 个山区避暑游目的地中, 有 312 个目的地并不需要使用空调, 占比约为 43.70%, 如大

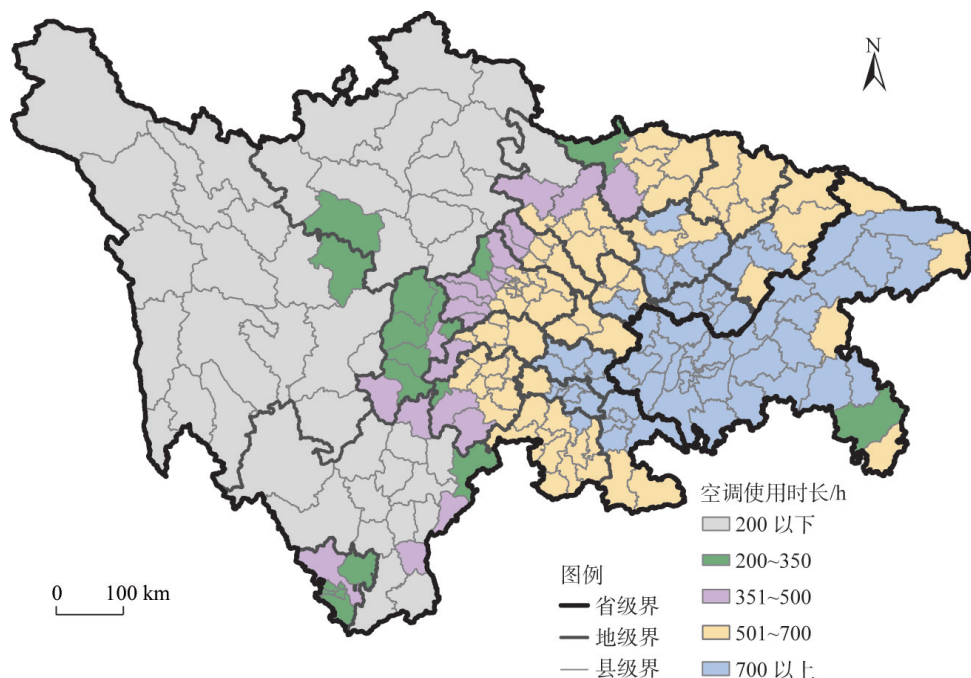


图4 川渝各县 (区) 城夏季空调使用时长

Fig. 4 Duration of air conditioning usage in counties (districts) of Sichuan and Chongqing during summer

表3 目的地夏季空调使用时长  
Table 3 Duration of air conditioning usage in destination during summer

夏季空调使用时长/h	0	1~100	101~200	201~300	301~400	合计
目的地数量/个	312	175	127	87	13	714
占比/%	43.70	24.51	17.79	12.18	1.82	100

山乡、白溪乡等。即使有一些目的地需要使用空调，也比较短暂，最多不会超过400 h，如丁山镇、木凉乡等。

2.2 山区避暑游旅游流空间分布

基于川渝各县（区）城市人口数及就近山区避暑在1个月以上的人数占比，结合山区避暑游旅游流预测模型综合测算，删除部分不符合判断前提和实际情况的旅游流数据，如客源地与目的地闷热时长无差异的情况。最终得到川渝山区避暑游旅游流数据，主要包括三部分：客源地避暑游人数、游客旅游交通情况（线路、时间、距离、交通方式）、目的地避暑游人数。

得到川渝山区避暑游各目的地游客数量分布情况（图5），总共为708.15万人。其中重庆158个目的地中，游客人数为209.26万人；四川556个目的地中，避暑人数为498.89万人。其中游客数量在2万以上的目的地共78个，约203.49万人，游客占比28.74%；1万以上的目的地为286个，约499.1万人，游客占比70.48%；在1万以下的目的地为428个，但总人数较少，共209.05万人，游客占比29.52%。

基于以上测算，可得到详细的旅游流数据，如可计算出重庆市渝中区的游客到各目的地旅游流数据（图6）及武隆区仙女山镇游客来源数据（图7）。渝中区共有40432人选择山区避暑游，其中重庆范围内有20689人，偏向南川、武隆、綦江等区县的目的，如綦江区横山镇、南川区木凉乡等；而选择去四川各目的地的人数分布相对均匀，通常

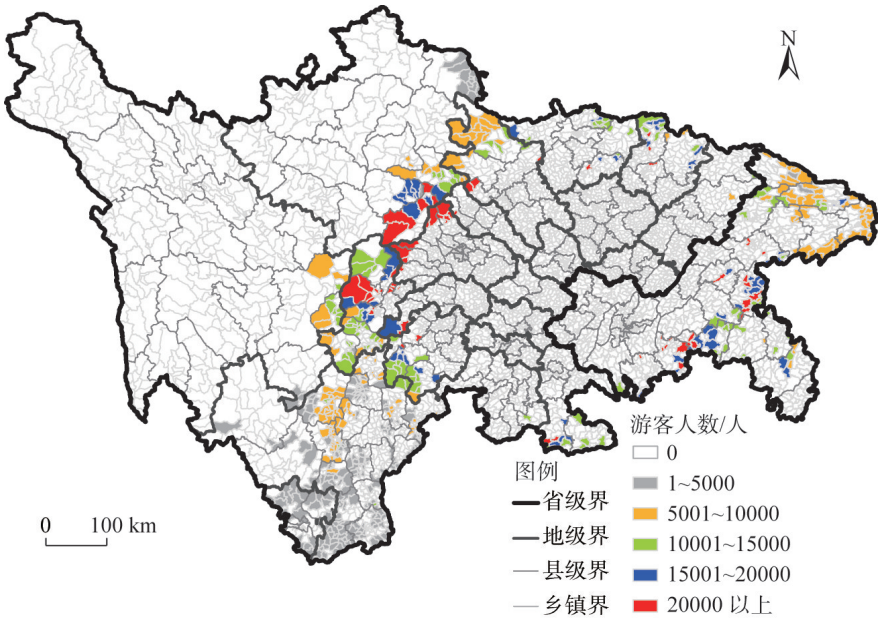


图5 川渝可避暑山区乡镇游客数量  
Fig. 5 Number of tourists of townships for mountainous summer tourism in Sichuan and Chongqing

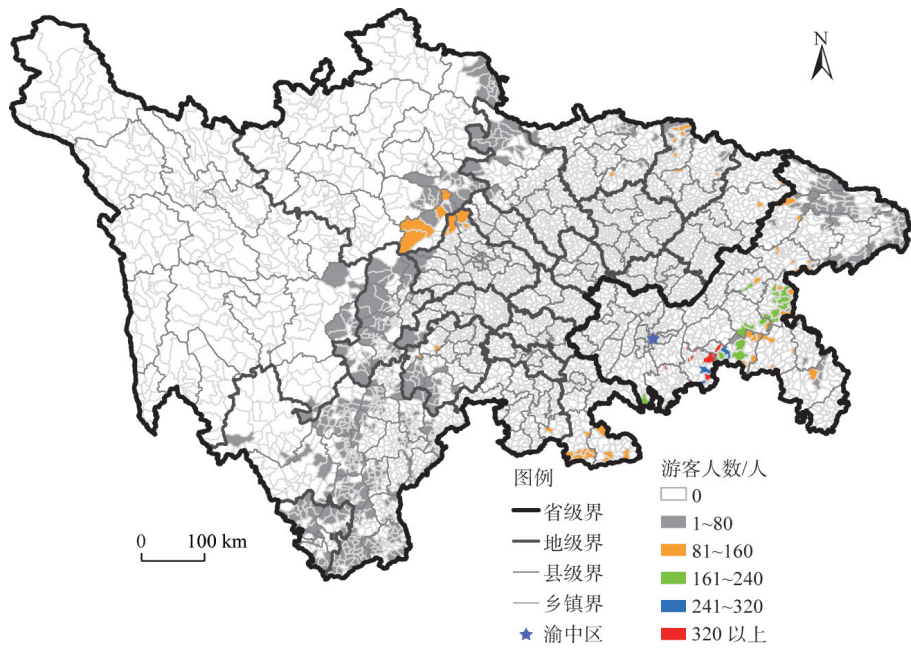


图6 渝中区到川渝可避暑山区乡镇游客分布

Fig. 6 Distribution of tourists from Yuzhong district to mountainous summer tourism in Sichuan and Chongqing

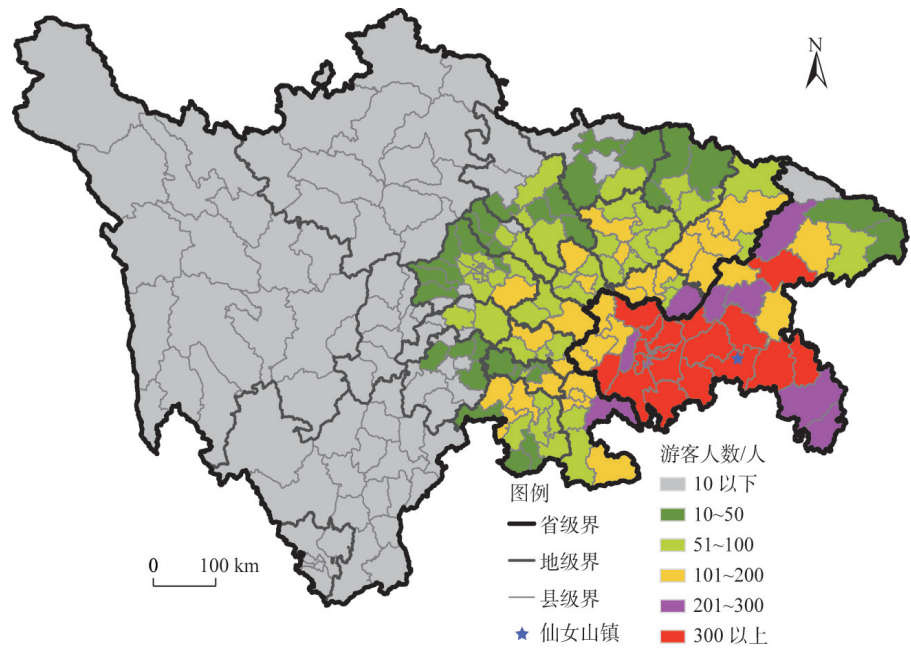


图7 仙女山镇游客客源地分布（川渝各城市）

Fig. 7 Tourist source distribution in Xiannvshan town (cities in Sichuan and Chongqing)

不会多于80人。仙女山镇的避暑人数为22800人，主要来自武隆、彭水、渝北、涪陵、九龙坡等区县，占比均超过了3%。同理，可得到其余客源地和目的地旅游流情况。

川渝山区避暑游游客选择自驾小汽车时的旅游交通时长分布情况如下（表4）：旅游交通时长在2~5 h的人数最多，共331.97万人，占比47.42%；其次为5~8 h，共200.95万人，占比28.71%。随着旅游交通距离和时间的增加，游客人数逐渐减少。公共汽车和铁路交通分布情况类似（略）。

表4 川渝山区避暑游旅游交通时间分布  
Table 4 Distribution of travel time for mountainous summer tourism in Sichuan and Chongqing

驾车时长/h	<1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	7~8	8~9	9~10	>10	合计
人数/万人	15.39	74.43	114.13	111.32	109.83	94.16	68.91	39.68	29.63	19.41	31.26	708.15

2.3 山区避暑游减碳效益

经过上文计算出的旅游流、房屋建筑改造、空调使用等数据，根据山区避暑游碳排放测算模型，可计算出川渝山区避暑游的减碳效益。

按照游客在目的地不同居住时长（1~2个月），选择不同出行方式测算其减碳效益（表5）。空调根据游客在客源地和目的地的使用情况，结合旅游流数据，代入式（4）即可得到空调使用而减少的碳排放量为71.10万~151.19万t。根据上文测算得到川渝山区避暑游人数为708.15万人，代入式（5）求得因房屋建筑改造而增加的碳排放为25.92万t。不同交通方式的碳排放量根据百度地图获取的旅游交通数据代入式（3），可测算出川渝山区避暑游不同交通方式的碳排放量：自驾小汽车为38.99万t，铁路为13.00万t，公共汽车为9.36万t。

表5 川渝山区避暑游碳排放测算表  
Table 5 Carbon emission calculation of mountainous summer tourism in Sichuan and Chongqing (万t)

交通方式	小汽车	铁路	公共汽车
旅游交通减碳量	-38.99	-13.00	-9.36
空调使用减碳量	71.10~151.19（1~2个月）		
建筑改造减碳量	-25.92		
总减碳量	6.19~86.28	32.18~112.27	35.82~115.92

可以发现，川渝山区避暑游减碳效益明显，游客选择不同居住时长和不同出行交通方式减碳效益存在差异。川渝山区避暑游的游客采用公共汽车出行时，居住1~2个月可实现减碳量达到35.82万~115.92万t；采用铁路方式出行时，居住1~2个月可实现减碳量达到32.18万~112.27万t；采用小汽车自驾方式出行时，居住1~2个月可实现减碳量达到6.19万~86.28万t。

3 结论与讨论

3.1 结论

本文以四川和重庆为案例地，以客源地和目的地为一个整体系统，探讨了山区避暑游的减碳效益。首先以推拉理论为基础，分别从游客自身需求推力与目的地吸引物拉力视角出发，构建了山区避暑游旅游流预测模型，求出旅游流数据。在此基础上，构建山



区避暑游碳排放测算模型,从旅游交通、空调碳排放、房屋建筑改造三方面对不同居住时长的减碳效益进行测算与探讨。研究结论如下:

(1) 游客去山区避暑游,由于旅游交通和建筑改造,碳排放量会增加,且排放量并不低。在游客去山区避暑游活动时,由于旅游交通、房屋建筑改造等活动不可避免地存在,故山区避暑游也会存在碳排放,川渝山区避暑游至少会造成35.28万t碳排放。

(2) 从客源地和目的地整体视角出发,川渝山区避暑游减碳效益明显,在7-8月份之间,最高可实现减碳量为35.82万~115.92万t。如果将游客在客源地和目的地的行为相比较,由于游客在目的地不需要或少数情况下需要使用空调,因此可以减少大量的碳排放。随着居住时间的增加其减碳效益也越加明显。且游客选择不同的交通方式时,其减碳效益有着显著差异。当游客选择公共汽车出行时,减碳量达到35.82万~115.92万t;采用铁路方式出行时,减碳量达到32.18万~112.27万t;采用小汽车自驾方式出行时,减碳量达到6.19万~86.28万t。

### 3.2 讨论

本文的测算结果是相对保守的估算,因为仅考虑了客源地和目的地空调使用、旅游交通、房屋建筑改造的碳排放,假设客源地和目的地除空调使用情况外,其他碳排放无差异。事实上,游客在山区避暑时,食物主要来自当地产出;烹饪能源往往采用本地薪柴,并且同时为多人烹饪,这些生活方式的改变都会大大降低碳排放。

山区避暑游还具有明显的正外部性,对中国乡村振兴战略的实施有着重要意义。近年来,中国政府投入大量人力物力,致力于巩固拓展脱贫攻坚成果与乡村振兴有效衔接。例如,中国政府已派出20.96万名驻村第一书记和56.3万名工作队员深入乡村一线,为乡村振兴提供帮扶支持。而山区避暑游这种生态产业并不需要政府过多的投入,却可以给乡村的发展带来新的发展道路与机会。因此,可从生态补偿激励的视角为山区避暑游这种生态产业给予一定的激励政策,但这需要进一步的研究与完善。

### 参考文献(References):

- [1] 蔡萌,安德鲁·弗兰. 全球旅游碳排放研究进展. 中国人口·资源与环境, 2013, 23(s2): 1-4. [CAI M, FLYNN A. Carbon emissions from tourism: A review. China Population, Resources and Environment, 2013, 23(s2): 1-4.]
- [2] ERDOĞAN S, GEDIKLİ A, CEVIK E I, et al. Eco-friendly technologies, international tourism and carbon emissions: Evidence from the most visited countries. Technological Forecasting and Social Change, 2022, 180: 121705, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121705>.
- [3] SUN Y Y, GÖSSLING S, ZHOU W R. Does tourism increase or decrease carbon emissions? A systematic review. Annals of Tourism Research, 2022, 97: 103502, <https://doi.org/10.1016/j.annals.2022.103502>.
- [4] 查瑞波,许进鎔,王善杰. 碳排放视角下入境旅游对共同富裕的影响. 自然资源学报, 2023, 38(5): 1210-1224. [ZHAR B, XU J R, WANG S J. Impact of inbound tourism on common prosperity under the effect of carbon emissions. Journal of Natural Resources, 2023, 38(5): 1210-1224.]
- [5] ZHANG S, LIU X Y. The roles of international tourism and renewable energy in environment: New evidence from Asian countries. Renewable Energy, 2019, 139: 385-394.
- [6] AKADIRI S S, ALOLA A A, AKADIRI A C. The role of globalization, real income, tourism in environmental sustainability target: Evidence from Turkey. Science of the Total Environment, 2019, 687: 423-432.
- [7] 李嘉欣,谢德体,王三,等. 基于兴趣点(POI)挖掘的重庆主城区农家乐空间分布特征. 生态与农村环境学报, 2020, 36(3): 300-307. [LI J X, XIE D T, WANG S, et al. Spatial distribution of rural tourism destination in Central Chongqing based on Point of Interest (POI). Journal of Ecology and Rural Environment, 2020, 36(3): 300-307.]
- [8] 赵永青. 重庆市乡村旅游空间分布特征及优化评价. 中国农业资源与区划, 2019, 40(7): 216-220. [ZHAO Y Q. Spa-

- tial distribution characteristics and optimization evaluation of rural tourism in Chongqing. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2019, 40(7): 216-220.]
- [9] 杨俊, 张永恒, 席建超. 中国避暑旅游基地适宜性综合评价研究. *资源科学*, 2016, 38(12): 2210-2220. [YANG J, ZHANG Y H, XI J C. The comprehensive evaluation of suitability of summer tourism base in China. *Resources Science*, 2016, 38(12): 2210-2220.]
- [10] SUN Y Y. Decomposition of tourism greenhouse gas emissions: Revealing the dynamics between tourism economic growth, technological efficiency, and carbon emissions. *Tourism Management*, 2016, 55: 326-336.
- [11] MENG W Q, XU L Y, HU B B, et al. Quantifying direct and indirect carbon dioxide emissions of the Chinese tourism industry. *Journal of Cleaner Production*, 2016, 126: 586-594.
- [12] 陶玉国, 张红霞. 江苏旅游能耗和碳排放估算研究. *南京社会科学*, 2011, (8): 151-156. [TAO Y G, ZHANG H X. A rough estimation of energy consumption and CO<sub>2</sub> emission in tourism sector of Jiangsu province. *Nanjing Journal of Social Sciences*, 2011, (8): 151-156.]
- [13] 查晓莉, 徐雨晨, 陆林, 等. 上海迪士尼国内旅游流地理分布与流动特征. *旅游学刊*, 2019, 34(6): 58-73. [ZHA X L, XU Y C, LU L, et al. Geographical distribution and flows of Chinese tourists to Shanghai Disney land. *Tourism Tribune*, 2019, 34(6): 58-73.]
- [14] 石晓腾, 吴晋峰, 吴宝清, 等. 多元交通视角下异质旅游流分布特征及其空间共轭关系. *地理科学*, 2022, 42(9): 1546-1554. [SHI X T, WU J F, WU B Q, et al. Distribution characteristics and spatial conjugate relationship of heterogeneous tourist flows from the perspective of multiple transportation. *Scientia Geographica Sinica*, 2022, 42(9): 1546-1554.]
- [15] 孙根年, 马丽君. 西安旅游气候舒适度与客流量年内变化相关性分析. *旅游学刊*, 2007, 32(7): 34-39. [SUN G N, MA L J. An analysis of tourist climate comfortable degree and yearly variation of tourist traffic in Xi'an. *Tourism Tribune*, 2007, 32(7): 34-39.]
- [16] 李磊, 陶卓民, 陆林, 等. 贵州省避暑旅游流网络结构特征及其影响因素. *地理研究*, 2021, 40(11): 3208-3224. [LI L, TAO Z M, LU L, et al. Structural characteristics and influencing factors of summer tourism flow network in Guizhou province. *Geographical Research*, 2021, 40(11): 3208-3224.]
- [17] 赵琴, 刘宏盈. 基于旅游数字足迹的夜间旅游流网络结构研究: 以重庆市为例. *地域研究与开发*, 2022, 41(6): 105-110. [ZHAO Q, LIU H Y. Structure of night tourism flow network based on tourism digital footprint: A case study of Chongqing city. *Areal Research and Development*, 2022, 41(6): 105-110.]
- [18] 王娟, 孟凤娇, 封洁洁. 基于用户生成内容的成渝城市群旅游客流网络结构演化及机理研究. *地域研究与开发*, 2022, 41(1): 85-90. [WANG J, MENG F J, FENG J J. User generated content based tourist flow network structure evolution and mechanism in Chengdu-Chongqing Urban Agglomeration. *Areal Research and Development*, 2022, 41(1): 85-90.]
- [19] ZHANG Yingna, 王悦, 胡昊宇, 等. 基于手机信令大数据的京津冀城市群人口时空分布与流动特征分析. *地域研究与开发*, 2023, 42(3): 161-167, 180. [ZHANG Y N, WANG Y, HU H Y, et al. Analysis of population spatial-temporal distribution and mobility in Beijing-Tianjin-Hebei Urban Agglomeration based on mobile phone trajectory big data. *Areal Research and Development*, 2023, 42(3): 161-167, 180.]
- [20] 曹辉, 蒋伟莹, 陈江龙, 等. 南京市城乡交错带多维识别与特征分析. *自然资源学报*, 2023, 38(3): 795-807. [CAO H, JIANG W X, CHEN J L, et al. Multi-dimensional identification and feature analysis of Nanjing's urban-rural fringe. *Journal of Natural Resources*, 2023, 38(3): 795-807.]
- [21] 李艳, 夏增刚, 陈爱玲. 基于多尺度组合的旅游客流预测方法. *统计与决策*, 2020, 36(22): 177-180. [LI Y, XIA Z G, CHEN A L. Multiscale combination-based method for tourism traffic forecasting. *Statistics & Decision*, 2020, 36(22): 177-180.]
- [22] 雷可为, 陈瑛. 基于BP神经网络和ARIMA组合模型的中国入境游客量预测. *旅游学刊*, 2007, 22(4): 20-25. [LEI K W, CHEN Y. Forecast of inbound tourists to China based on BP neural network and ARIMA combined model. *Tourism Tribune*, 2007, 22(4): 20-25.]
- [23] 叶燕霞. 基于LSTM和ARIMA的组合模型对入境游客人次的预测. *旅游研究*, 2018, 10(6): 29-40. [YE Y X. The prediction of inbound tourists based on the combined model of LSTM and ARIMA. *Tourism Research*, 2018, 10(6): 29-40.]
- [24] 张军谋. 甘肃省入境客流量预测模型构建研究. *旅游学刊*, 2010, 25(11): 33-38. [ZHANG J M. Study on the establishment of inbound tourist flow forecast models in Gansu province. *Tourism Tribune*, 2010, 25(11): 33-38.]

- [25] 王永明, 王美霞, 吴殿廷, 等. 基于ZINB模型的中国省域间入境旅游流影响因素. 经济地理, 2018, 38(11): 234-240. [WANG Y M, WANG M X, WU D T, et al. Determinants of inbound tourism flows between provinces in China based on ZINB model. Economic Geography, 2018, 38(11): 234-240.]
- [26] 刘培学, 陆佑海, 张金悦, 等. 目的地区域内旅游线路模式及客流影响因素研究. 旅游学刊, 2022, 37(6): 14-26. [LIU P X, LU Y H, ZHANG J Y, et al. Travel itinerary patterns and factors affecting tourist flow within destination district. Tourism Tribune, 2022, 37(6): 14-26.]
- [27] 谢谦, 陆明, 谢春山. 基于LBS和深度学习的旅游景区客流量的高时频预测. 地球信息科学学报, 2023, 25(2): 298-310. [XIE Q, LU M, XIE C S. High-temporal-frequency forecast of tourist flow for tourist attraction based on LBS and deep learning. Journal of Geo-Information Science, 2023, 25(2): 298-310.]
- [28] LI Y F, CAO H. Prediction for tourism flow based on LSTM neural network. Procedia Computer Science, 2018, 129: 277-283.
- [29] GÖSSLING S, PEETERS P, JEAN-PAUL C, et al. The eco-efficiency of tourism. Ecological Economics, 2005, 54(4): 417-434.
- [30] RAVENSTEIN E G. The laws of migration. Journal of the Royal Statistical Society, 1889, 52(2): 241-305, Doi: 10.2307/2979333.
- [31] DANN G M S. Anomie, ego-enhancement and tourism. Annals of Tourism Research, 1977, 4(4): 184-194, Doi: 10.1016/0160-7383(77)90037-8.
- [32] 周泽鲲, 乌铁红. 公诸同好未可知? 推拉理论下的户外旅游动机研究. 干旱区资源与环境, 2017, 31(12): 189-195. [ZHOU Z K, WU T H. How to know whether to be recommended to others? A study on the motivation of the outdoor tourism based on the push-pull theory. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2017, 31(12): 189-195.]
- [33] 周成, 冯学钢. 基于“推一拉”理论的旅游业季节性影响因素研究. 经济问题探索, 2015, (10): 33-40. [ZHOU C, FENG X G. The seasonal influence factors of tourism industry based on the "Push-Pull" theory. Inquiry into Economic Issues, 2015, (10): 33-40.]
- [34] 邓粒子, 保继刚. 中国避暑型与避寒型宜人气候的分布特征及差异. 地理研究, 2020, 39(1): 41-52. [DENG L Z, BAO J G. Spatial distribution of summer comfortable climate and winter comfortable climate in China and their differences. Geographical Research, 2020, 39(1): 41-52.]
- [35] 侯亚红, 息涛, 徐方姝, 等. 辽宁避暑旅游气候条件分析和气象指数研究. 气象与环境科学, 2018, 41(4): 34-40. [HOU Y H, XI T, XU F S, et al. Climate condition analysis and meteorological index study of summer tourism in Liaoning. Meteorological and Environmental Sciences, 2018, 41(4): 34-40.]
- [36] 杨钊, 刘永婷, 秦金芳, 等. 长三角游乐型主题公园客流时空分布特征及其影响因素分析: 以上海欢乐谷、常州恐龙园、芜湖方特为例. 自然资源学报, 2021, 36(3): 722-736. [YANG Z, LIU Y T, QIN J F, et al. Spatial structure of tourist market and its influencing factors in the Yangtze River Delta theme parks: A case study of Shanghai Happy Valley, Changzhou Dinosaur Park and Wuhu Fangte. Journal of Natural Resources, 2021, 36(3): 722-736.]
- [37] 熊宝玉. 住宅建筑全生命周期碳排放量测算研究. 深圳: 深圳大学, 2015. [XIONG B Y. Research on the measurement of carbon emissions in the whole life cycle of residential buildings. Shenzhen: Shenzhen University, 2015.]
- [38] 马丽君, 孙根年, 谢越法, 等. 50年来东部典型城市旅游气候舒适度变化分析. 资源科学, 2010, 32(10): 1963-1970. [MA L J, SUN G N, XIE Y F, et al. A study on variations of the tourism climate comfort degree in five typical cities in Eastern China during the last 50 years. Resources Science, 2010, 32(10): 1963-1970.]
- [39] 姜会飞, 温德永, 李楠, 等. 利用正弦分段法模拟气温日变化. 气象与减灾研究, 2010, 33(3): 61-65. [JIANG H F, WEN D Y, LI N, et al. A new simulation method for the diurnal variation of temperature: Sub-sine simulation. Meteorology and Disaster Reduction Research, 2010, 33(3): 61-65.]
- [40] DUAN J J, LI N P, PENG J Q, et al. Study on occupant behaviour using air conditioning of high-rise residential buildings in hot summer and cold winter zone in China. Energy and Buildings, 2022, 276: 112498, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112498>.
- [41] 杜晨秋, 喻伟, 李百战, 等. 重庆住宅人员空调使用行为特点及评价. 建筑科学, 2020, 36(10): 12-19. [DU C Q, YU W, LI B Z, et al. Evaluation of occupant behavior on annual air conditioning use in residential buildings in Chongqing. Building Science, 2020, 36(10): 12-19.]

## Calculation of carbon-emission reduction and enlightenment for mountainous summer tourism of Sichuan and Chongqing

HUI Hong , WU Tong, LONG Gui-xiang, ZHANG Ren-jun

(School of Management, Chongqing University of Technology, Chongqing 400054, China)

**Abstract:** Tourism is often considered to increase carbon emissions. However, mountainous summer tourism involve travel from high- carbon emitting origin regions to low- carbon emitting destinations, potentially resulting in carbon reduction effects. It is necessary to calculate the carbon reduction amount and study the carbon reduction mechanism of mountainous summer tourism. Taking the Sichuan and Chongqing regions as a case study, this research examines the carbon reduction benefits and mechanisms of mountainous summer tourism from both the origin and destination perspectives. The central part of the Sichuan Basin experiences hot summers, while the surrounding mountains offer lower temperatures, making nearby mountainous summer tourism a popular choice for local residents. Employing push-pull theory, we developed a predictive model for tourism flows in mountainous summer tourism to obtain tourism flow data. Carbon emissions from air conditioning use, tourism transportation, and building renovation were used as indicators to calculate the carbon reduction resulting from mountainous summer tourism. The study reveals that: (1) Tourists to mountainous summer tourism, due to tourism traffic and building renovation, will increase carbon emissions, and the emission amounts are not negligible. (2) From both the origin and destination perspectives, the carbon reduction benefits of mountainous summer tourism in the Sichuan and Chongqing regions are evident. During July and August, carbon reduction can reach a maximum value ranging from 359200 to 1159200 tons. The research demonstrates the significant potential for carbon reduction in mountainous summer tourism, highlighting the importance of promoting such tourism for fostering high- quality development in the Chengdu- Chongqing Urban Agglomeration.

**Keywords:** mountainous summer tourism; carbon-emission reduction; tourist flow; carbon calculation