

引用格式:殷浩然,张平平,董庆栋,陈全通,朱连奇. 基于海拔梯度的秦巴山地旅游气候适宜性评价[J]. 山地学报,2021,39(5):710-721.
YIN Haoran, ZHANG Pingping, DONG Qingdong, CHEN Quantong, ZHU Lianqi. Evaluation on climate comfortable degree for ecotourism along altitude gradient in Qinling - Daba Mountain areas, China [J]. Mountain Research, 2021, 39(5):710-721.

基于海拔梯度的秦巴山地旅游气候适宜性评价

殷浩然,张平平,董庆栋,陈全通,朱连奇*

(河南大学 地理与环境学院,河南 开封 475004)

摘要: 山地为旅游气候资源开发提供天然场所。研究不同梯度下旅游气候舒适度对山区旅游产业发展具有重要意义。小尺度传统气候舒适度的评价模型未能考虑地形地貌的影响,不能准确地评价山地区域旅游气候适宜性。基于1987—2017年秦巴山地及其附近地区116个气象站点数据,采用温湿指数(Temperature Humidity Index, THI)结合气候舒适度评价模型,并运用梯度分析和克里金空间插值方法,分析了不同季节和不同县市区山地旅游气候舒适度,以及不同海拔高度下旅游的气候适宜状况,并对秦巴山区山地旅游气候适宜性做出评价。结果表明:(1)1987—2017年秦巴山地温湿指数逐年上升,但年际变化不明显,人体舒适度整体由东南向西北递减;各县市区旅游气候舒适性在3—12月经历了偏冷—舒适—偏暖的季节性转变,季节变化较快;(2)山区整体旅游气候舒适期是从4月开始,10月结束,以4—6、9—10月旅游最为适宜,部分县市适合开展理疗、避暑等生态旅游活动。分析发现旅游舒适度在中小型山地起伏度上最佳,分布范围较广;(3)盛夏时期(6—8月)旅游气候舒适度最佳海拔高度为1773.1~3000 m,海拔1500 m以上部分县市适合开展养生理疗旅游活动,海拔1100 m以上适合开展山地避暑旅游活动。本研究可为山地旅游产业可持续发展和居民社会生活质量的提高提供科学支撑。

关键词: 山地旅游;旅游气候;地形起伏度;温湿指数;气候舒适度;秦巴山地

中图分类号: F592.7;P463

文献标志码: A

山地以其气候异质性、生物多样性、地貌特殊性、资源丰富性优势,同时融合多种区域特色成为旅游界研究热点区域。其中,旅游气候资源作为山地生态旅游必不可少的内容之一,离不开山地特定的山地自然环境,丰富多彩的自然生境和人文环境为山地旅游气候发展提供了必不可少的条件^[1]。旅游气候资源因山地地形空间分异的影响而呈现多元化、实用性等特点,因此可以开展生态疗养、休闲避暑等系列旅游活动。旅游气候产业发展离不开区域

气候资源,而山地特殊的气候环境为旅游气候研究提供天然场所,这对于揭示区域不同地形要素的旅游活动特征及推动山区旅游发展具有重要意义。

山地旅游作为新型旅游开发热点之一,在全球旅游业大发展中占有重要的份额^[2]。国外针对山地系列旅游的研究相对较多,但研究方向比较单一,主要集中在土地利用变化^[3]、生态环境^[4]、旅游业发展^[5]等方面,系统地研究旅游气候的文章较少。旅游气候研究虽有近百年的历史^[6],但很少研究山

收稿日期(Received date):2021-01-09;改回日期(Accepted date):2021-07-26

基金项目(Foundation item):科技部科技基础资源调查专项(2017FY100902) [Science and Technology Basic Work Project of the Ministry of Science and Technology of China (2017FY100902)]

作者简介(Biography):殷浩然(1996-),男,河南信阳人,硕士研究生,主要研究方向:山地地理环境及生态环境质量。[YIN Haoran (1996-), male, born in Xinyang, Henan province, M. Sc. candidate, research on mountain geographical environment and ecological environment quality] E-mail: yjsyhr@163.com

* 通讯作者(Corresponding author):朱连奇,男,河南郸城人,博士,教授,主要研究方向:山地地理环境与资源开发利用。[ZHU Lianqi (1963-), male, born in Dancheng, Henan province, Ph. D., professor, research on mountain geographical environment and resources development utilization] E-mail: lqzhu@henu.edu.cn

地的地形空间特征对旅游气候资源开发的影响,并使山地气候资源转化为实际的旅游资源,创新发展旅游产业。随着 21 世纪我国新兴旅游发展市场的到来,旅游发展开始转向以生态、低碳、休闲、理疗、休憩、健身等为主体的开发时期,旅游气候作为山地生态旅游重要的一环,相关研究迅速展开。已有研究探讨都是从行政区域出发评价小区域旅游气候舒适度,探讨旅游气候舒适度的时空分布变化特征、相关方法模型、影响因素,以及旅游区基础设施资源开发与利用等方面^[7-12]。针对山地环境等大范围自然区域尺度的旅游气候适宜性研究较少,主要集中在局部小尺度山地气候对人体旅游舒适性影响及评估^[13-17]、旅游气候与山地生态环境协调性综合评价等^[18-21]研究方面,并受数据获取和模型方法的限制,研究尺度和范围仅限于孤立山体及其旅游景区^[10-12],针对长时间、中尺度旅游气候资源评价方面研究有待挖掘。因此,对比分析和评价不同尺度下自然山地区域旅游气候舒适性有助于深入挖掘潜在气候资源,对于指导相关区域旅游相关产业发展具有重要意义。

山地旅游气候舒适度评价需要综合考虑多个对象,其中旅游者的体验感影响着旅游行为满意度,而气候环境的舒适性及持续时间又是影响旅游者身心感受的重要体现,进而影响山地旅游项目的开发^[22]。这种气候环境要素主要包括气温、湿度、风速、日照辐射量等,都会很大程度上对人体舒适度产

生巨大影响^[23]。选取单一的气象要素指标不能够全面、准确、客观地评价山地区域旅游气候舒适度,需要对比分析各种指标选取适合本区域的评价模型。而山地以其高程、坡度、坡向、地形起伏度等地形要素的空间变化差异,导致人们的气候舒适感也会有所不同^[24-26]。因此,必须从研究气候舒适度的梯度变化入手,研究自然区域下旅游气候舒适度。为了厘清山地与其他不同区域旅游的季节性和空间差异性,探索山区旅游气候特色资源的发展,本文选择在水平和垂直地带上极具明显差异的秦巴山地为研究区,依据秦巴山地及其附近 116 个气象站 1987—2017 年地面气象观测数据,结合温湿指数和气候舒适度评价模型,分析秦巴山地主要县市气候舒适性特征,研究秦巴山地不同年月温湿指数及其人体舒适度变化,推算出不同海拔高程及起伏度夏季山地旅游舒适度适宜范围,旨在为秦巴山区山地旅游产业可持续发展和居民社会生活质量的提高做出贡献。

1 研究区概况

秦巴山地经纬度范围为 $30^{\circ} \sim 36^{\circ} \text{N}$ 、 $101^{\circ} \sim 114^{\circ} \text{E}$,山体以秦岭山脉和大巴山脉为主体,中隔汉水谷地,南北宽约 300 km,包括四川、甘肃、陕西、重庆、湖北、河南 6 省市,从东到西长约 1000 km,区域总面积约 30 万 km^2 ,海拔高度为 13 ~ 5528 m,起伏较大(图 1)。秦巴山地为北亚热带向暖温带过渡

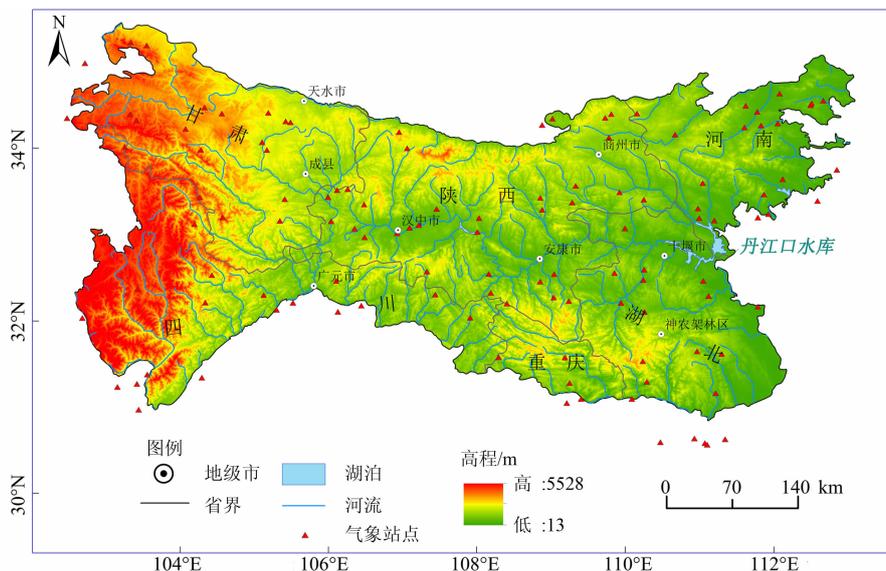


图 1 秦巴山地地理位置及其气象站点分布

Fig. 1 Geographical location and distribution of meteorological stations in the Qinling - Daba Mountains, China

区,是中国重要的生态地理过渡带。植被类型较为复杂,秦岭北坡主要为暖温带落叶阔叶林,南坡则为常绿阔叶落叶混交林,大巴山北坡与秦岭南坡植被衔接,植被类型相似,南坡则为亚热带常绿阔叶林,区域植被随海拔的变化,植被和气温等分布呈明显的垂直地带性^[26]。山体垂直气温变化较大,地势西高东低,部分山体气温垂直递减率变化明显^[27]。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源及处理

人体对气象条件的适应包括很多指标,如气温、气压、湿度、风速等要素关系到人体与外界的交换,文中采用气温和相对湿度相结合的温湿指数对研究区旅游气候舒适度进行定量评估。本文所采用的月均温、相对湿度等气象数据来源于中国气象科学数据中心(<http://data.cma.cn>),时间尺度为1987—2017年的日值数据,空间范围包含了研究区及其周边116个气象站点(图1)。将日值数据合成月均和年均气象数据,并采用ArcGIS10.2的地统计分析模块,运用克里金空间插值法对气象数据进行插值处理,分辨率为30 m。各县市区划数据来源于2015年国家地理信息中心发布的1:100万的中国基础地理信息数据。

DEM数据源于NASA_SRTM的30 m空间分辨率的数据集,运用均值变点法提取整个秦巴山区地形起伏度,结合山体高度实际情况,将起伏度分6级(图2):平地(<30 m)、台地(30~70 m)、丘陵(70~200 m)、小起伏山地(200~500 m)、中起伏山

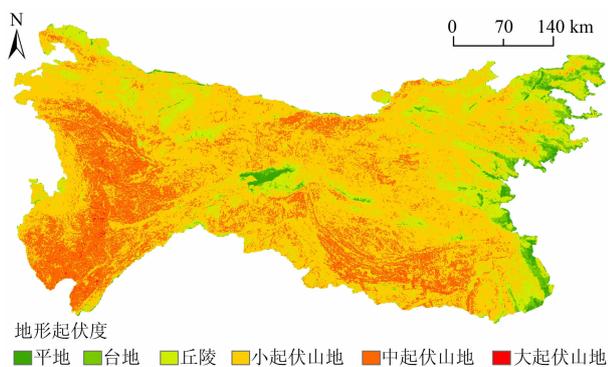


图2 秦巴山地地形起伏度空间分布

Fig. 2 Spatial distribution of relief degree of land surface in the Qinling - Daba Mountains

地(500~1000 m)、大起伏山地(>1000 m)^[28]。

2.2 研究方法

温湿指数(Temperature Humidity Index, THI)由俄国学者 Houghton 于1923年提出的有效温度演变而来,后经算法修正得到现有公式^[29],它的物理意义是湿度订正以后的温度,综合考虑了温度和湿度对人体舒适度的影响^[30]。计算公式为:

$$THI = F - 0.55(1 - RH)(F - 58) \quad (1)$$

$$F = t \cdot \frac{9}{5} + 32 \quad (2)$$

式中,THI为温湿指数;F为华氏温度(°F);t为地表温度(°C);RH为地表相对湿度(%).基于温湿指数评价标准,结合旅游气候舒适度评价模型,参照吴兑等^[31,41]针对不同区域类型的人体舒适度预报公式进行分级的修正舒适指数(表1),对秦巴山区山地旅游舒适度进行分级,分析不同时期山地旅游舒适差异性。

表1 温湿指数分级及其评价标准

Tab. 1 Classification and evaluation standard for THI

分级标准	评价结果	舒适程度	评级等级
<40	极其冷	极不舒适	D1
40~45	寒冷	不舒适	C1
45~55	稍冷	较不舒适	B1
55~60	清凉	舒适	A1
60~65	凉	非常舒适	A
65~70	暖	舒适	A2
70~75	稍热	较舒适	B2
75~80	闷热	不舒适	C2
>80	极其热	极不舒适	D2

3 结果分析

3.1 旅游气候舒适度的时空变化特征

3.1.1 旅游气候适宜性的时空分布差异

根据温湿指数相关公式,运用ArcGIS克里金空间插值将结果插值为30 m分辨率的栅格数据,通过旅游舒适度分级划分4个等级,确定整个研究区山地旅游舒适度分布规律。本文主要以1987、2002和2017年时间间隔,对秦巴山地温湿指数及其舒适度的空间分布规律进行分析和判断(图3)。

由图3a、3c、3e和图4可知,1987—2017年整个秦巴山地区域温湿指数分布变化差异较小,总体趋

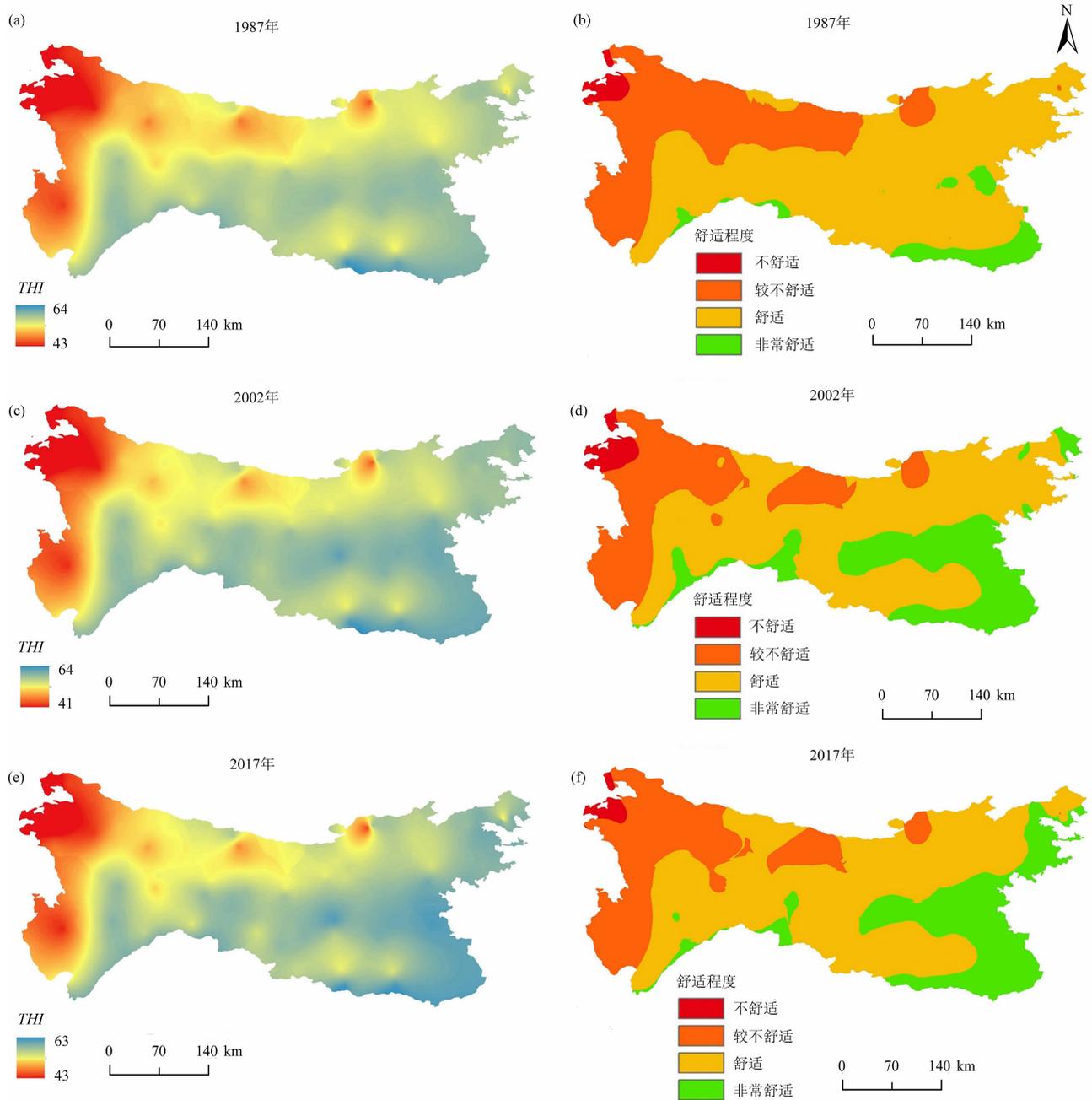


图3 秦巴山地温湿指数和气候舒适度空间分布格局：(a)1987年温湿指数；(b)1987年气候舒适度；
 (c)2002年温湿指数；(d)2002年气候舒适度；(e)2017年温湿指数；(f)2017年气候舒适度

Fig.3 Spatial distribution pattern of *THI* and climate comfortable degree in the Qinling - Daba Mountains;

(a)(c)(e) *THI* for 1987, 2002, 2017, respectively; (b)(d)(f) climate comfortable degree for 1987, 2002, 2017, respectively

势都是由东南向西北递减,并且随时间变化稳定上升,山地气候适宜性趋势明显。秦巴山地整个区域温湿指数低值区出现在横断山脉西北部及秦岭中东部山地地区,最高值区位于汉中谷地、丹江口湿地和岷江谷地及大巴山南部区域。由图3b、3d、3f可知,1987年与2002、2017年旅游气候舒适度分布差异相对较大,较不舒适区域除在西部高山区分布之外

还向中北部延伸扩大,舒适区域由西南向东北集中连片分布,范围最大,非常舒适区域仅分布在西南边缘谷地和东南大巴山南麓部分地区,舒适度由东南向西北递减;2002和2017年气候舒适评价范围较为一致,不舒适区域依然位于西北部地区,较不舒适区域主要分布在西部高山区和太白山地区,范围明显缩小,舒适区域穿插分布在较不舒适和非常舒适

区域的过渡地带,呈连续性带状分布,非常舒适区域位于西南谷地、汉江中下游和丹江口湿地大部及神农架东南边缘,整体舒适范围略有扩大。

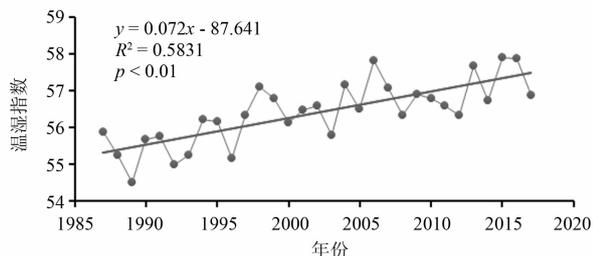


图4 1987—2017年秦巴山地温湿指数变化

Fig. 4 Interannual variation of THI in the Qinling - Daba Mountains from 1987 to 2017

结合秦巴山地地形起伏度特征差异,分析不同山地起伏度区域的旅游气候舒适性及其所占面积(表2)。整体上,秦巴山地旅游气候不舒适区域所占土地面积比例最小,占比1.38%;较不舒适区域土地面积占比24.28%;舒适区土地面积占比超过53%,面积比例最大;非常舒适区面积占比20.61%。区域不同起伏度类型实际所占面积有所差异,平原区(<30 m)气候较为舒适的区域面积占比较小,不舒适区域几乎为空,非常舒适区面积 $0.25 \times 10^4 \text{ km}^2$;台地区(30~70 m)不舒适区和较不舒适区所占面积不到 $0.1 \times 10^4 \text{ km}^2$,舒适和非常舒适区面积为 $0.82 \times 10^4 \text{ km}^2$;丘陵(70~200 m)所占土地面积不到 $1 \times 10^4 \text{ km}^2$,舒适和非常舒适区总和达到 $3.25 \times 10^4 \text{ km}^2$;小起伏山地(200~500 m)类型上不舒适区所占比例较小,而舒适区面积为 $10 \times 10^4 \text{ km}^2$,达到整个山区的峰值;中起伏山地(500~1000 m)不舒适区和非常舒适区占比小,舒适区和较不舒适区为 $5.52 \times 10^4 \text{ km}^2$;大起伏山地(1000~2500 m)整体气候舒适区所占面积最小,区域分布差异不明显。综上,秦巴山区旅游气候舒适区域集中在地形起伏度较小的山地丘陵区域,不舒适区分布在小起伏度山地,因此中小型山地和丘陵适合开展具有山地特点的旅游活动。

3.1.2 旅游气候舒适期

1987—2017年秦巴山地区域年均温湿指数范围为41~64,最大变化仅为4,年际变化差异较小。由表3可知,整体区域温湿指数随时间波动上升,旅游气候舒适期以4—6、9—10月最佳。

表2 不同类型山地起伏度旅游气候舒适度空间分布统计

Tab. 2 Spatial distribution statistics of climate comfortable degree in relief degree of land surface of different types

类型	土地面积/(10^4 km^2)			
	不舒适区	较不舒适区	舒适区	非常舒适区
平原	0.00	0.02	0.14	0.25
台地	0.06	0.03	0.28	0.54
丘陵	0.05	0.85	1.75	1.50
小起伏山地	0.29	4.47	10.00	3.39
中起伏山地	0.01	1.80	3.72	0.41
大起伏山地	0.00	0.01	0.03	0.00
小计	0.41	7.18	15.92	6.09
占比	1.38%	24.28%	53.73%	20.61%

不同县市温度和湿度分布差异导致温湿指数分布不均。30年间研究区各县市年均气温在 $12.97 \text{ }^\circ\text{C}$ 左右,最高月均温出现在8月的巫山县,气温 $28.07 \text{ }^\circ\text{C}$,最低值出现在甘肃碌曲县,气温为 $-8.72 \text{ }^\circ\text{C}$ 。区域年均相对湿度71.53%,月均相对湿度在66%~78%的区间内,整体湿度相对较高。其中,镇坪县、佛坪县、宁陕县是相对湿度较高,湿度在80%以上,月均相对湿度低值出现在登封市,1月相对湿度只有56%,且年内大部分月份相对湿度都较低。结合温度和湿度分布情况,发现区域温湿指数年平均值为57,月均最大值为79.3,位于7月都老河口市,低值区分别是26.2、28的和政县和碌曲县,一半以上月份温湿指数介于55和70之间,旅游气候较为舒适的范围相对较大。

根据各县市温湿指数逐月变化情况看:3月巫山县温湿指数率先达到55.5,首先进入旅游舒适期;4月绝大部分县市进入旅游舒适期,少数地区像碌曲县温湿指数只有43.5,旅游气候舒适度属偏冷状态;5月各县市非常舒适的旅游气候期占一半之多,旅游最为适宜,但碌曲县、临潭县、卓尼县由于海拔较高、温度较低,气候舒适期到来缓慢;6月开始,少数县市依然处于较舒适期,但一半以上县市温湿指数大于70,处于偏热的状态,旅游适宜性较低;7月各县市温湿指数全年最高,绝大多数县市处于偏热的气候期,十堰市、安康市、谷城县、老河口市、巴东县等开始从偏热转为闷热,仅碌曲县和卓尼县依然处在清凉的气候期,旅游舒适度较高;8月理

表3 1987—2017年秦巴山地部分县市温湿指数计算结果

Tab. 3 Results of *THI* calculations for some cities in the Qinling - Daba Mountains for 1987—2017

县市名	各月温湿指数											
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
茂县	41.90	45.20	50.90	57.20	63.00	67.50	70.80	70.00	64.40	57.20	50.70	43.70
城口	41.60	45.10	51.60	59.90	65.70	71.40	75.80	74.60	67.90	59.50	50.60	43.50
神农架	39.70	43.20	49.90	59.00	65.30	71.20	75.60	73.70	66.90	58.70	49.70	42.30
卓尼	28.80	33.30	39.30	46.10	51.30	56.20	59.50	58.50	52.80	44.80	36.90	30.30
岷县	30.80	36.00	42.50	48.80	54.50	59.60	62.90	61.80	55.50	47.10	39.00	31.90
西和	34.00	38.60	45.80	53.20	59.20	64.60	68.30	67.00	60.00	51.30	42.80	35.20
武都	39.60	43.60	50.10	58.20	63.70	69.00	72.60	71.40	64.80	56.90	48.60	41.10
九寨沟	41.80	46.00	51.90	58.40	63.30	68.00	71.60	70.70	64.80	57.30	49.90	42.80
留坝	36.50	40.20	46.80	54.60	60.30	65.90	69.90	68.40	61.40	52.90	44.60	37.80
松潘	38.20	42.10	46.90	51.00	55.60	60.10	63.20	62.50	57.60	50.60	43.90	38.40
南江	41.80	45.70	52.50	60.70	66.90	72.30	76.30	75.40	68.60	60.30	51.20	43.60
登封	38.30	41.30	48.60	56.60	63.60	69.50	72.50	70.40	63.90	56.60	48.30	41.10
宁陕	39.30	43.00	49.50	56.70	62.40	68.30	72.60	71.20	64.10	55.50	47.40	40.70
栾川	37.60	41.60	48.90	58.40	64.90	71.10	74.90	72.80	65.60	57.10	47.60	40.20
淅川	40.50	44.30	51.30	60.30	67.70	74.40	78.10	76.30	69.50	61.00	51.00	43.20
房县	40.80	44.50	51.30	60.10	66.80	72.90	77.20	75.40	68.40	60.00	50.70	43.30
汉中	40.50	44.60	51.60	60.20	66.60	72.50	76.40	75.30	68.10	59.50	49.50	41.70
商州	34.80	38.20	45.20	55.80	61.90	68.00	72.20	70.10	62.80	54.30	44.60	37.40

县、和政县、康乐县、迭部县、黑水县、松潘县和岷县较暖,属于舒适期,而碌曲县、临潭县和卓尼县评价为凉,属于非常舒适期,其余县市偏热和闷热,属于较舒适和不舒适间歇期,旅游舒适度较差;9月大部分县市由闷热转为偏热或偏热转为暖,较舒适区域范围逐渐扩大,其中和政县、康乐县、迭部县和漳县开始由暖、偏热转为凉、清凉,气候期内更加舒适,而碌曲县、卓尼县和临潭县逐渐转为偏冷,气候上开始呈现较不舒适状态;10月主要县市温湿指数急剧下降,凉和清凉的气候期范围迅速扩大,此时气候较为适宜,而武山县、临潭县等少数县区由于山地气温和湿度差异,开始转为寒冷季节周期,山地旅游不舒适;11—12月仅有巫山县处于较舒适期,其余各县市都位于偏冷状态,甚至部分县市属于极不舒适气候期,此时段大部分地区不适合山地旅游。综合秦巴山地各县市气候舒适度评价结果来看,秦巴山区山地旅游气候舒适期是从4月开始,10月结束,适合旅游的月份为4—6、9—10月,可以适当开展山

地旅游气候活动。

3.2 盛夏时期(6—8月)不同海拔高度气候舒适度

本文在分析舒适度基础上,认为夏季旅游是秦巴山地的特色,因此,基于温湿指数研究区空间分布图,建立500个随机点提取6—8月温湿指数和海拔高度信息,分析秦巴山地温湿指数与不同海拔之间的关系。秦巴山地各气象站点的平均海拔高度为1033.5 m,6—8月月均温在11.9℃~28.6℃之间,平均相对湿度为75%,整个区域温湿指数在不同海拔高度上分布有所不同,随海拔高度的上升逐渐降低(图5)。提取的栅格信息中海拔上限为4650 m,下限85 m,温湿指数基本位于55以上。舒适区域位于中高海拔区域,低海拔地区人体舒适感较差;高海拔气候舒适度较高,中低海拔区域舒适度较差;旅游气候较舒适和不舒适区域位于中低海拔区域,较高舒适度的区域位于高海拔地区(表4)。结合秦巴山地海拔高度整体海拔高度,推算出秦巴山地区域盛夏时期(6—8月)旅游气候舒适范

围内的海拔高度为 1773.1 ~ 3000 m, 此高度适合开展山地旅游。

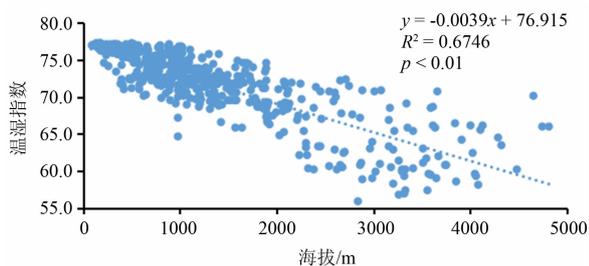


图5 盛夏时期(6—8月)不同海拔高度温湿指数分布趋势

Fig. 5 Distribution Trend of THI at different altitudes during midsummer (June - August)

表4 盛夏时期(6—8月)温湿指数的海拔分布范围

Tab. 4 Altitude distribution range of THI during midsummer (June - August)

温湿指数	海拔范围/m		
	6月	7月	8月
< 70	2950 ~ 3250	2800 ~ 3150	2654 ~ 3600
70 ~ 75	550 ~ 2950	1880 ~ 2800	1150 ~ 2654
> 75	100 ~ 550	85 ~ 1880	138 ~ 1150

根据前人对气象医学研究发现,山地海拔位于 3000 m 以下的外来人员不会因为气压降低而致病^[32]。本文研究区盛夏季节旅游气候舒适度的海拔下限为 1773.1 m, 在此范围内,随着海拔高度的上升,温湿指数由暖—凉—清凉转变,气候舒适度由舒适—非常舒适—舒适转变(图 6)。海拔越高,气压和温度降低、太阳辐射增强,人体要应对周围高山气候变化,在生理上会产生系列变化。一般在海拔 1500 m 以上会缓解某些人体疾病,从而提升游客旅游舒适度,如对支气管炎、糖尿病、肺病、过敏性皮肤病等人体疾病具有缓解作用,有利于开发山地疗养旅游项目。当山体海拔在 1100 m 以上时,人体会因为环境变化产生明显的体感温差,可以缓解夏季气温给人体的闷热感,适合开展山地避暑旅游活动。此外,由于秦巴山地植被覆盖度较高,山体平均海拔高度为 1510.9 m,且夏季人居环境气候适宜性由西向东先递增后递减^[30],因此整体区域除西部部分极高山地外,其余适合开展山地疗养和避暑等山地旅游活动。

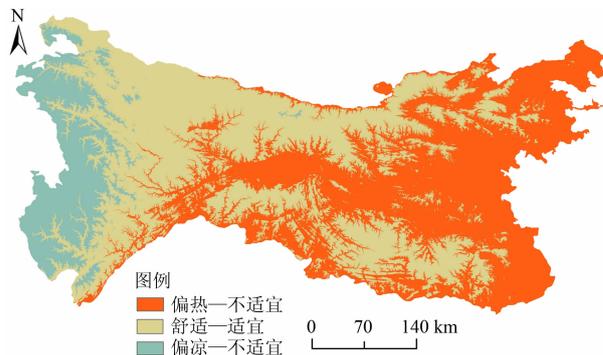


图6 秦巴山区夏季气候舒适性空间分布

Fig. 6 Spatial distribution of climatic comfort in summer in Qinling - Daba Mountains

3.3 各县市山地旅游气候活动的季节安排

结合不同季节温湿指数分布状况和各县市位置分布,秦巴山区山地旅游活动具有高度的季节性差异,社会和人体生理差异急需不同的气候舒适度的季节安排。在气候舒适性方面,春季和秋季为人体舒适度较高的季节,人体舒适感尤为明显,也是秦巴山地大多数县市出行旅游的黄金季节,区域适合开展多种旅游、理疗、度假、观光、休闲等生态旅游活动。夏季时期(6—8月)大部分县市较为闷热,中低海拔区域旅游舒适度较高,但西部横断山区以及秦岭大巴山山体较高,起伏度较大,森林植被茂密,山地局地小气候特征明显,很大程度上缓解和调节了山地旅游的气候不适感,可适当增加山地旅游活动。冬季时节全部县市旅游气候舒适度均处于不适宜状态,不合适发展山地旅游气候项目。

秦巴山地处于地形阶梯和温度带的过渡地带,四季分明,山体效应调节了气温和湿度的分布变率,使夏季的年均温和湿度较中国其他地区更为缓和,极端气温仅出现在十堰市、丹江口市等东南及秦岭南部地区,分布范围非常小,大部分县市处于旅游的较舒适区。在典型山地城市中,秦巴山地西北高山许多城市可发展成为夏季避暑旅游胜地,打造精品系列山地避暑旅游产品,如松潘县、文县、武山县和岷县依靠盛夏时期气温垂直差异的自然优势打造避暑旅游产品。西部高山地区年均气温相对较低,局部差异明显,如康乐县、碌曲县、和政县和卓尼县可立足区域优势重点建设理疗和养生休闲旅游,并依托河西走廊生态廊道,推出专项旅游产品。九寨沟县、丹江口市、汉中市、平武县等极具发展山地观赏旅游的天然优势,春秋时期温湿分布季节差

异,可以发展雾凇、植物花卉等观光休闲旅游项目产品,并通过加强区间合作,打造生态旅游基地。此外,立足国家节假日旅游出行高峰时段,宣传引导和做好相关配套服务也是提高区域山地旅游质量的关键。

4 讨论

本文以温湿指数结合气候舒适度模型表征山区山地旅游舒适度情况,分析了秦巴山区各县市不同月份和海拔高度旅游气候适宜度,重点讨论了盛夏季节不同地形特征下旅游舒适度,发现秦巴山区气候适宜性在海拔 3000 m 附近发生明显突变,并随着海拔升高逐渐减低,与孙根年、邓粒子等在四川盆地和西北中部的研究结果较为一致^[24,33]。秦巴山地是典型的山地气候,气候变化下旅游舒适度周期和强度发生局部变化,特别在高海拔区域旅游气候的功能与环境的关联性加强,这与曾瑜哲、王灵恩关于三江源、青藏高原区域的研究结果较为一致^[34-35]。

通常而言,以温度和湿度要素为主是影响人体皮肤肌肤舒适感的主要因素,受不舒适指数的影响

较大,但由于不同地区人们生理、气候环境、社会属性的不同,使用该气候要素可能不能很好指示人体内在的舒适度,导致人为的舒适度的差异^[36-38]。近来一些学者运用气温、相对湿度、风速、太阳辐射量等气候要素,分别预报人体舒适度,同时结合不同季节特点采用了不舒适指数、寒冷指数、风效指数、人体舒适度指数等研究模型^[15-16,30]。因此,本文对比其他研究模型^[31,39](如图 7 所示),发现:风寒指数只能表征西部山体的舒适度情况,对山谷平地地区影响较小;人体舒适度指数和旅游舒适度指数能综合各气象因子,更好表征舒适度,但对于研究此区域高度的海拔差异效果相对较差;温湿指数能全面的指示这种地形梯度差异,用于秦巴山地最为合适,且经文中舒适度分析,也印证了本区域更适合温湿指数来表征人体与外部热量交换感知的外部舒适度。其次,对于旅游舒适度预报而言,气候所能导致的人体不舒适感主要是闷热和寒冷,但秦巴山地地形特点能调节其中的闷热感,成为夏季避暑胜地,山地旅游其它季节气候特征不太明显。而从旅游的社会性来看,应该对不同旅游人群进行划分筛选,按照不同标准来衡量山地旅游气候舒适度状况^[33]。因

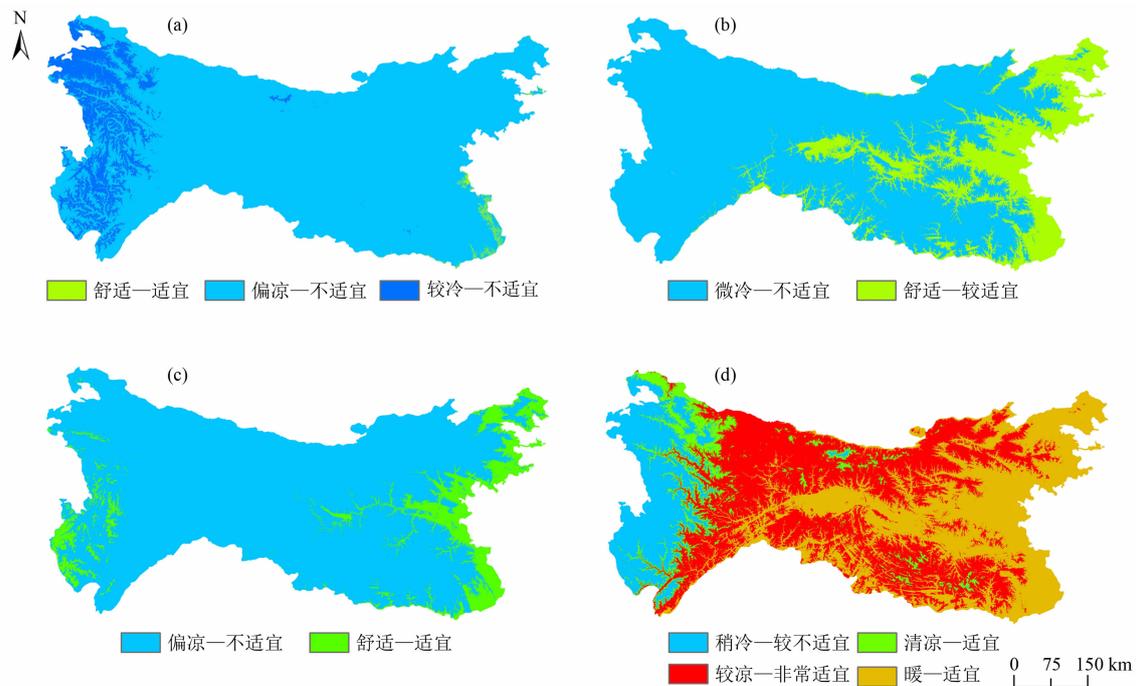


图 7 秦巴山地不同舒适度模型分布示意图:

(a) 风寒指数; (b) 人体舒适度指数; (c) 旅游舒适度指数; (d) 温湿指数

Fig. 7 Distribution of different climate comfort models in Qinling - Daba Mountains; (a) Wind Chill Index (WCI); (b) Wind - clothing Index (KCL); (c) Human Body Comfort Index (BCMI); (d) Temperature Humidity Index (THI)

为从宏观上来讲,山地旅游气候的舒适性需要结合外部表层皮肤感觉和内在身心的感受,并按照中国不同地域来研究人体舒适度相对合理^[30]。综上所述,秦巴山地虽然以其特殊的季节性和非地带性更适合温湿指数评价旅游舒适度,但其他季节和不同人群采用此指数评估效果不明显,下一步研究将对不同地理特征区域季节性旅游舒适度进行综合评估,分析将采用能代表各种人体生理、环境和气候指标、社会经济发展状况的综合评价模型,对研究区气候进行定量分析。

秦巴山区也是集中连片特困地区的典型区域,扶贫开发任务艰巨,山地气候系列旅游为区域注入新动力。这些地区县市地方特色产业和文化习俗未被挖掘,特色优势产业发展急需新生力量,山地系列旅游、乡村旅游线路和产品开发作为秦巴山区潜在挖掘对象,可以成为扶贫特色产业开发的重点内容^[40-42]。山地系列旅游在秦巴山区具有自然地理和政策优势,能为集中连片特困区脱贫摘帽做出贡献。

5 结论

本文基于1987—2017年秦巴山区气象要素数据,运用温湿指数的方法评价了各县市山地旅游气候适宜度以及典型夏季不同海拔高度旅游舒适度分布情况。结果如下:

(1)1987—2017年秦巴山地温湿指数年际变化不大,幅度在0~4之间,温湿指数和人体舒适度总体由东南向西北递减,气候舒适度随时间稳定上升。旅游舒适度低值区出现在横断山脉和西北部及秦岭中东部地区,高值区位于汉中谷地、汉江中下游和岷江谷地及大巴山南部区域,舒适区的整体范围在扩大。

(2)各县市旅游舒适性在3—12月经历了偏冷—舒适—偏暖季节转变,温湿变化较快。秦巴山区山地旅游气候舒适期是从4月开始,10月结束,适合旅游的月份为4—6、9—10月,部分县市适合开展理疗、避暑等生态旅游活动。

(3)秦巴山区旅游舒适度在中小型山地起伏度上最佳,分布土地面积较广。研究区盛夏时期(6—8月)旅游气候舒适范围内的海拔高度为1773.1~3000 m,海拔1500 m以上部分县市适合开展养生理

疗旅游活动,1100 m以上适合开展山地避暑旅游活动。

参考文献(References)

- [1] DENISA K. A companion to tourism [J]. *International Sociology*, 2007, **22**(2): 181-184. DOI: 10.1177/026858090702200212
- [2] JASPER H, PETER G, FRANK V. Towards resilient regions: Policy recommendations for stimulating synergy between tourism and landscape [J]. *Land*, 2020, **9**(2): 44-52. DOI: 10.3390/land9020044
- [3] KUVAN Y. Mass tourism development and deforestation in Turkey [J]. *Anatolia*, 2010, **21**(1): 155-168. DOI: 10.1080/13032917.2010.9687096
- [4] NAHUELHUAL L, CARMONA A, AGUAYO M, et al. Land use change and ecosystem services provision: A case study of recreation and ecotourism opportunities in southern Chile [J]. *Landscape Ecology*, 2014, **29**: 329-344. DOI: 10.1007/s10980-013-9958-x
- [5] SCHUMACHER K P, STEIN D, BENDER O. Landscape, seasonality, and tourism: A survey with examples from central Europe [J]. *Landscape Series*, 2007, **7**(5): 181-213. DOI: 10.1007/1-4020-4990-0-8
- [6] 闫业超,岳书平,刘兴华,等.国内外气候舒适度评价研究进展[J].*地球科学进展*, 2013, **28**(10): 1119-1125. [YAN Yechao, YUE Shuping, LIU Xuehua, et al. Advances in assessment of bioclimatic comfort conditions at home and abroad [J]. *Advance in Earth Science*, 2013, **28**(10): 1119-1125] DOI: 10.11867/j.issn.1001-8166.2013.10.1119
- [7] 马丽君,孙根年,马耀峰,等.气候舒适度对热点城市入境游客时空变化的影响[J].*旅游学刊*, 2011, **26**(1): 45-50. [MA Lijun, SUN Gennian, MA Yaofeng, et al. An analysis on the influence of climate comfortable degree on temporal and spatial variation of inbound tourists in China's hot cities [J]. *Tourism Tribune*, 2011, **26**(1): 45-50]
- [8] 杨银华,徐苏佩,柳继尧.内江市东兴区旅游气候资源的评价及开发利用[J].*气象研究与应用*, 2016, **37**(4): 77-81. [YANG Yinhua, XU Supei, LIU Jiyao. Development and tourist evaluation resources in Dongxing district of Neijiang city [J]. *Journal of Meteorological Research and Application*, 2016, **37**(4): 77-81]
- [9] 李山,孙美淑,张伟佳,等.中国大陆1961—2010年间气候舒适期的空间格局及其演变[J].*地理研究*, 2016, **35**(11): 2053-2070. [LI Shan, SUN Meishu, ZHANG Weijia, et al. Spatial patterns and evolving characteristics of climate comfortable period in the mainland of China: 1961-2010 [J]. *Geographical Research*, 2016, **35**(11): 2053-2070] DOI: 10.11821/dlyj201611005
- [10] 游珍,杨艳昭.基于ArcEngine的气候适宜性评价模型软件设计与实现[J].*科技资讯*, 2011, **9**(19): 63-66+68. [YOU Zhen, YANG Yanzhao. Design and implementation of the software for climate suitability evaluation model based on ArcEngine [J].

- Science and Technology Information, 2011, **9** (19): 63 - 66 + 68.] DOI: 10.16661/j.cnki.1672-3791.2011.19.128
- [11] 李维维, 陈田, 马晓龙. 城市旅游综合体土地利用空间格局演变及驱动机制——以西安曲江为例[J]. 地理研究, 2019, **38** (5): 1103 - 1118. [LI Weiwei, CHEN Tian, MA Xiaolong. Mechanisms and spatial pattern of land use changes of the urban tourism complex: A case study of Qujiang, Xi'an [J]. Geographic Research, 2019, **38** (5): 1103 - 1118] DOI: 10.11821/dlyj020171047
- [12] 龙亚萍, 李立华. 四川省山地旅游气候资源评价[J]. 山地学报, 2018, **36** (1): 116 - 124. [LONG Yaping, LI Lihua. A study of assessment on tourism climate resources in mountain areas of Sichuan province [J]. Mountain Research, 2018, **36** (1): 116 - 124] DOI: 10.16089/j.cnki.1008-2786.000307
- [13] 李瑞军, 龙先菊, 吴晓丽. 黔东南州山地旅游气候适宜性评价[J]. 福建林业科技, 2019, **46** (2): 102 - 104 + 110. [LI Ruijun, LONG Xianju, WU Xiaoli. Climate suitability evaluation of mountain tourism in Qiandongnan Guizhou [J]. Journal of Fujian Forestry Science and Technology, 2019, **46** (2): 102 - 104 + 110] DOI: 10.13428/j.cnki.fjlk.2019.02.023
- [14] 周莉, 任志远. 基于 GIS 的人居环境自然适宜性研究——以关中—天水经济区为例[J]. 地域研究与开发, 2011, **30** (3): 128 - 133. [ZHOU Li, REN Zhiyuan. Evaluation of natural suitability for human living environment: A case study of the region of Guanzhong and Tianshui based on GIS [J]. Areal Research and Development, 2011, **30** (3): 128 - 133] DOI: 10.3969/j.issn.1003-2363.2011.03.026
- [15] 韩蓓蓓, 陈兴全, 李东, 等. 华山旅游气候舒适度时空变化分析[J]. 气象与环境科学, 2014, **37** (2): 80 - 84. [HAN Beibei, CHEN Xingquan, LI Dong, et al. Spatial-temporal variation analysis of tourism climatic comfort degree in Huashan [J]. Meteorological and Environmental Sciences, 2014, **37** (2): 80 - 84] DOI: 10.3969/j.issn.1673-7148.2014.02.013
- [16] 陶生才, 潘婕, 张磊, 等. 1971—2013 年敦煌旅游气候舒适度分析与评价[J]. 沙漠与绿洲气象, 2016, **10** (1): 27 - 33. [TAO Shengcai, PAN Jie, ZHANG Lei, et al. Analysis of tourism climate comfortableness in Dunhuang city during 1971 - 2013 [J]. Desert and Oasis Meteorology, 2016, **10** (1): 27 - 33] DOI: 10.3969/j.issn.1002-0799.2016.01.004
- [17] 刘少军, 张京红, 吴胜安, 等. 气候变化对海南岛旅游气候舒适度及客流量可能影响的分析[J]. 热带气象学报, 2014, **30** (5): 977 - 982. [LIU Shaojun, ZHANG Jinghong, WU Sheng'an, et al. Possible impacts of global climate changes on climate comfort degree and tourist flows in Hainan Island [J]. Journal of Tropical Meteorology, 2014, **30** (5): 977 - 982] DOI: 10.3969/j.issn.1004-4965.2014.05.018
- [18] 谢燕娜, 朱连奇. 国内山地旅游土地利用/覆被变化研究进展[J]. 河南大学学报(自然科学版), 2015, **45** (6): 698 - 704. [XIE Yanna, ZHU Lianqi. Research progress on land use and cover change of domestic mountain tourism destination [J]. Journal of Henan University (Natural Science), 2015, **45** (6): 698 - 704] DOI: 10.15991/j.cnki.411100.2015.06.012
- [19] WU Mei, LIU Jiaqi, CAO Xiqiang, et al. Geo-heritage landscape types and value evaluation in Funiu Mountain world geopark [J]. Journal of Landscape Research, 2013, **5** (1 - 2): 43 - 46. DOI: 10.16785/j.issn1943-989x.2013.zl.013
- [20] 陈兴, 覃建雄, 李晓琴, 等. 川西横断山脉高山峡谷区旅游特色化开发战略——兼论中国西部山地旅游发展路径[J]. 经济地理, 2012, **32** (9): 143 - 148. [CHEN Xing, QIN Jianxiong, LI Xiaoqin, et al. Mountain canyon area of Hengduan Mountains in Sichuan: Exploring the development path of mountain tourism in western China [J]. Economic Geography, 2012, **32** (9): 143 - 148] DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2012.09.026
- [21] 杨主泉. 旅游发展典型区域土地利用变化对生态系统服务价值的影响——以桂林阳朔县为例[J]. 中南林业科技大学学报, 2014, **34** (3): 130 - 136. [YANG Zhuquan. Effects of land use changes on ecosystem service values in a typical tourist area: A case study in Yangshuo, Guilin [J]. Journal of Central South University of Forestry and Technology, 2014, **34** (3): 130 - 136] DOI: 10.14067/j.cnki.1673-923X.2014.03.025
- [22] 郭剑英. 国外气候变化对旅游业影响研究进展综述[J]. 世界地理研究, 2009, **18** (2): 104 - 110. [GUO Jianying. Review on the impacts of climate change on tourism industry [J]. World Regional Studies, 2009, **18** (2): 104 - 110] DOI: 10.3969/j.issn.1004-9479.2009.02.013
- [23] 孔邦杰, 李军, 黄敬峰. 山地旅游区气候舒适度的时空特征分析[J]. 气象科学, 2007, **27** (3): 342 - 348. [KONG Bangjie, LI Jun, HUANG Jingfeng. Temporal and spatial characteristic analysis of the climatic comfortable index in the mountainous country tourist district [J]. Scientia Meteorologica Sinica, 2007, **27** (3): 342 - 348] DOI: 10.3969/j.issn.1009-0827.2007.03.017
- [24] 孙根年, 余志康. 中国 30°N、35°N 线城市气候舒适度与地形三级阶梯的关系[J]. 干旱区地理, 2014, **37** (3): 447 - 457. [SUN Gennian, YU Zhikang. Relationship of climate comfort degree of cities near 30 ° N and 35 ° N with 3-step terrain of China [J]. Arid Land Geography, 2014, **37** (3): 447 - 457] DOI: 10.13826/j.cnki.cn65-1103/x.2014.03.005
- [25] 万小勇. 万源市夏季旅游气候及人体舒适度分析[J]. 科技视界, 2013, **9** (11): 197 + 135. [WAN Xiaoyong. Analysis of summer tourism climate and human comfort in Wanyuan city [J]. Science and Technology Vision, 2013, **9** (11): 197 + 135] DOI: 10.19694/j.cnki.issn2095-2457.2013.11.152
- [26] 陈超男, 朱连奇, 田莉, 等. 秦巴山区植被覆盖变化及气候因子驱动分析[J]. 生态学报, 2019, **39** (9): 3257 - 3266. [CHEN Chaonan, ZHU Lianqi, TIAN Li, et al. Spatial-temporal changes in vegetation characteristics and climate in the Qinling - Daba Mountains [J]. Acta Ecologica Sinica, 2019, **39** (9): 3257 -

- 3266] DOI: 10.5846/stxb201801300252
- [27] 马新萍, 白红英, 郭帅, 等. 秦岭太白山气温垂直递减率研究 [J]. 干旱区资源与环境, 2017, **31**(7): 139 - 144. [MA Xinping, BAI Hongying, GUO Shuai, et al. Verification of temperature vertical lapse rate and mountain climate characteristics of Taibai Mountains in Qinling Mountains [J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2017, **31**(7): 139 - 144] DOI: 10.13448/j.cnki.jalre.2017.226
- [28] 刘俊杰, 潘自武, 秦奋, 等. 基于 MODIS 的秦巴山地气温估算与山体效应分析 [J]. 地理研究, 2020, **39**(3): 735 - 748. [LIU Junjie, PAN Ziwu, QIN Fen, et al. Estimation of air temperature based on MODIS and analysis of mass elevation effect in the Qinling - Daba Mountains [J]. Geographical Research, 2020, **39**(3): 735 - 748] DOI: 10.11821/dlyj020190164
- [29] MOHAN M, GUPTA A, BHATI S. A modified approach to analyze thermal comfort classification [J]. Atmospheric and Climate Sciences, 2014, **4**(1): 7 - 19. DOI: 10.4236/acs.2014.41002
- [30] 唐焰, 封志明, 杨艳昭. 基于栅格尺度的中国人居环境气候适宜性评价 [J]. 资源科学, 2008, **30**(5): 648 - 653. [TANG Yan, FENG Zhiming, YANG Yanzhao. Evaluation of climate suitability for human settlement in China [J]. Resources Science, 2008, **30**(5): 648 - 653] DOI: 10.3321/j.issn.1007-7588.2008.05.002
- [31] 吴兑. 多种人体舒适度预报公式讨论 [J]. 气象科技, 2003, **31**(6): 370 - 372. [WU Dui. Discussion on various formulas for forecasting human comfort index [J]. Meteorological Science and Technology, 2003, **31**(6): 370 - 372] DOI: 10.19517/j.1671-6345.2003.06.010
- [32] 夏廉博. 医疗气象学: 天气、气候对健康的影响 [M]. 北京: 知识出版社, 1984: 60 - 117. [XIA Lianbo. Medical meteorology: Effects of weather and climate on health [M]. Beijing: Knowledge Publishing House, 1984: 60 - 117]
- [33] 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 [J]. 地理研究, 2020, **39**(1): 41 - 52. [DENG Lizi, BAO Jigang. Spatial distribution of summer comfortable climate and winter comfortable climate in China and their differences [J]. Geographical Research, 2020, **39**(1): 41 - 52] DOI: 10.11821/dlyj020180792
- [34] 曾瑜哲, 钟林生, 虞虎. 气候变化背景下青海省三江源地区游憩功能格局演变 [J]. 生态学报, 2021, **41**(3): 886 - 900. [ZENG Yuxi, ZHONG Linsheng, YU Hu. Spatial and temporal evolution of recreational function in the Sanjiangyuan region of Qinghai province under climate change [J]. Acta Ecologica Sinica, 2021, **41**(3): 886 - 900] DOI: 10.5846/stxb202005171259
- [35] 陈欣, 唐明松, 黄梅丽, 等. 基于四种不同指数的百色市旅游气候资源评估 [J]. 气象研究与应用, 2019, **40**(3): 63 - 67. [CHEN Xin, TANG Mingsong, HUANG Meili, et al. Assessment of climate tourism resources in Baise city based on four different indices [J]. Journal of Meteorological Research and Applications, 2019, **40**(3): 63 - 67] DOI: 10.19849/j.cnki.cn45-1356/p.2019.03.015
- [36] 王灵恩, 韩禹文, 高俊, 等. 气候变化背景下青藏高原地区游客决策与体验分析 [J]. 地理研究, 2019, **38**(9): 2314 - 2329. [WANG Ling'en, HAN Yuwen, GAO Jun, et al. Tourists' decision-making and experience in the Qinghai - Tibet plateau in the context of climate change [J]. Geographical Research, 2019, **38**(9): 2314 - 2329] DOI: 10.11821/dlyj020180665
- [37] 费孝通. 乡土中国 [M]. 北京: 中华书局, 2013: 6 - 7. [FEI Xiaotong. Rural China [M]. Beijing: Zhonghua Book Company, 2013: 6 - 7]
- [38] 桑友伟, 孟蕾. 1961—2017 年岳阳人体舒适度变化特征 [J]. 气象与环境科学, 2020, **43**(1): 52 - 58. [SANG Youwei, MENG Lei. Variation characteristics of human comfort index in Yueyang city in 1961 - 2017 [J]. Meteorology and Environmental Sciences, 2020, **43**(1): 52 - 58] DOI: 10.16765/j.cnki.1673-7148.2020.01.007
- [39] 雷雯, 张向荣, 张毅军, 等. 太白山气温变化及旅游气候舒适度评价 [J]. 陕西气象, 2019(2): 37 - 42. [LEI Wen, ZHANG Xiangrong, ZHANG Yijun, et al. Temperature variation and its evaluation of climate comfort for tourism in Taibai Mountain [J]. Shaanxi Meteorology, 2019(2): 37 - 42]
- [40] 郭萌, 王怡. 集中连片特困地区旅游减贫效应分析——基于秦巴山区商洛市 2008—2017 年的经验数据 [J]. 湖北农业科学, 2019, **58**(15): 179 - 184. [GUO Meng, WANG Yi. Analysis on the effect of tourism poverty reduction in centralized and depressed areas: Based on the experience data of Shangluo city in Qinba Mountain area from 2008 to 2017 [J]. Hubei Agricultural Sciences, 2019, **58**(15): 179 - 184] DOI: 10.14088/j.cnki.issn0439-8114.2019.15.041
- [41] ZENG Di, WU Jinkui, MU Yaqiong, et al. An assessment of tourism climate comfort in the China - Pakistan economic corridor [J]. Sustainability, 2020, **12**(17): 528 - 531. DOI: 10.3390/su12176981
- [42] 贾林瑞, 刘彦随, 刘继来, 等. 中国集中连片特困地区贫困户致贫原因诊断及帮扶需求分析 [J]. 人文地理, 2018, **33**(1): 85 - 93 + 151. [JIA Linrui, LIU Yansui, LIU Jilai, et al. Study on the poverty causes and aid demands of poor rural households in the concentrated poverty-stricken areas in China [J]. Human Geography, 2018, **33**(1): 85 - 93 + 151] DOI: 10.13959/j.issn.1003-2398.2018.01.011

Evaluation on Climate Comfortable Degree for Ecotourism along Altitude Gradient in Qinling – Daba Mountain Areas, China

YIN Haoran, ZHANG Pingping, DONG Qingdong, CHEN Quantong, ZHU Lianqi*

(College of Geography and Environmental Science, Henan University, Kaifeng 475004, He'nan, China)

Abstract: Mountains have reservoirs of tourism climate resources which have not yet been comprehensively exploited. It is of great significance to study the tourism climate comfort under different gradients for the development of tourism industry in mountainous areas. Unfortunately, some popular evaluation models of climate comfort in mountain areas on a small scale basis often fail to interpret the effect of topographical factors from a large scale perspective, with low suitability and poor accuracy. In this study, data from 1987 – 2017 were collected from 116 meteorological stations over the Qinling – Daba Mountains. A series of Temperature Humidity Index (THI) were analyzed by our proposed climate comfort evaluation model. Furthermore, gradient analysis and kriging spatial interpolation methods were analyzed by climate comfortable degree for ecotourism in different seasons, different counties and different altitudes. The climate suitability of ecotourism in Qinling – Daba Mountain areas was evaluated. The results find that: (1) The THI of the Qinling – Daba Mountains increased each year from 1987 to 2017. However, the interannual changes were not obvious. Overall comfort level decreased from southeast to northwest. Moreover, a rapid seasonal change – colder – comfort – warmer – was observed in the tourism climate comfortable degrees of all counties and cities from March to December. (2) April – October was considered the most suitable climate comfort period in mountain, with April, May, June, September, and October were the best months to travel. Some counties and cities were suitable for developing ecotourism activities such as physiotherapy and summer vacation. Meanwhile, it was found that tourism comfortable degree was the best in low and medium elevations, and the distribution range was wide. (3) 1773.1 ~ 3000 m was considered as the best optimum altitude of tourism climate comfort in midsummer (June – August). Some counties and cities above 1500 m were found to be suitable for developing health and physiotherapy tourism – related activities, and those above 1100 m were suitable for mountainous summer retreat activities. The results of this study provide scientific support for the sustainable development of mountain ecotourism industry and improvement of the social quality of life for local residents.

Key words: mountain tourism; tourism climate; relief degree of land surface; Temperature Humidity Index; degree of climate comfort; Qinling – Daba Mountains