

宋丹,杜正静,慕建利,等.贵州省避暑旅游气象适宜性分析[J].沙漠与绿洲气象,2021,15(2):112-118.

doi: 10.12057/j.issn.1002-0799.2021.02.014

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



贵州省避暑旅游气象适宜性分析

宋 丹¹,杜正静¹,慕建利²,夏晓玲¹,陈静怡¹,罗俊才¹,潘 岑¹

(1.贵州省气象服务中心,贵州 贵阳 550002;2.中国气象局公共气象服务中心,北京 100081)

摘 要:参照避暑旅游气候适宜度评价方法,以体感温度确定的避暑旅游气象舒适度为正贡献指标,修正完善强降水、高温、大风、雷暴等负贡献的高影响天气指标,综合建立避暑旅游气象适宜度评价模型。选取2008—2017年6—8月地面气象要素观测资料,利用该避暑气象适宜度模型对贵州省县级以上城市避暑旅游适宜性进行分析。结果表明:贵州整体上是非常适宜夏季避暑旅游的,尤其是中西部地区,在夏季不同月份和盛夏关键旬,最佳旅游目的地略有变化。贵州北部、东部和南部的低海拔地区避暑旅游气象适宜度相对略低,地处武陵山脉和苗岭山脉的都匀、麻江等地适宜开展山岳型避暑旅游。铜仁市避暑旅游气象适宜度范围在-17~100,是贵州避暑旅游气象条件较逊色的城市。避暑旅游气象适宜度模型能较客观地反映气象条件对避暑旅游的影响。

关键词:避暑旅游;气象适宜度;评价指标;贵州

中图分类号:P49

文献标识码:B

文章编号:1002-0799(2021)02-0112-07

贵州属亚热带湿润季风气候,冬暖夏凉,气候宜人,是世界知名山地旅游目的地。近年来,贵州获得全国首个国家级大数据综合试验区、国家生态文明试验区和内陆开放型经济试验区,旅游业实现持续“井喷式”增长,旅游人数从2012年的2.14亿人次增长至2018年的9.69亿人次。

旅游与气象息息相关,天气气候条件不仅影响旅游的环境和游客的活动,而且影响游客的体感舒适度。国内外许多学者对此进行了研究,Mieczkowski^[1]最早于1985年分别从热舒适、自然状况(降雨、风)和美学(日照)等分析气候条件对旅游的影响,构建了旅游气候指数(TCI);杜正静等^[2]从热舒适性、白天降雨、日照等敏感气象条件对TCI进行完善,构建了旅游气候适宜性指数;马丽君等^[3-7]、孟丽霞等^[8]分析了中国北京、海口、西安和兰州等城市

的气候舒适度及其与客流量之间的关系;陆林等^[9]比较了中国海滨型与山岳型旅游地气候舒适性对客流变化的影响;陶生才等^[10]对敦煌市旅游气候舒适度进行了分析,总结出5和9月最适宜旅游。这些研究成果为开展避暑旅游气象适宜性方法研究提供了参考和借鉴。

避暑型气候是指夏季温凉舒适,人们无需借助任何避暑措施,就能保证生理过程的正常进行,感觉刚好适宜无需调节的气候条件。陈慧等^[11]基于通用热气候指数模型计算各地人体感知温度,结合聚类分析研究了避暑型气候的地域类型。吴普等^[12]从产业发展的角度,引入旅游休闲度、游客满意度和综合风险度等指标,建立了避暑旅游评价指标体系。孙银川等^[13]分析了气温、相对湿度和风速对六盘山区夏季避暑旅游气候舒适度的效应。张文强等^[14]对山西省人体舒适度与坡度、坡向、高程、地形起伏度和相对道路距离分别进行单因子分析以及避暑旅游适宜性分析。侯亚红等^[15]对辽宁主要避暑旅游景区的日均气温、最高气温、降水量、日照时数和相对湿度进行了气候分析,并以此建立了避暑气象指数。地市级区域的避暑旅游气象研究也有所突破^[16-17]。李菁

收稿日期:2020-01-14;修回日期:2020-07-23

基金项目:贵州省科技支撑计划项目(黔科合支撑[2017]2868)

作者简介:宋丹(1982—),女,高级工程师,主要从事气象服务研究。

E-mail: from1214@163.com

通信作者:慕建利(1966—),女,正高级工程师,主要从事数值预报应用和气象服务研究。E-mail: mujl668@sina.com

等^[10]从气候学上建立了避暑旅游适宜度评价模型并分析了全国分布特征。

以上成果主要从气候角度对避暑旅游资源进行了研究和分析,但是,由于中国气候资源丰富,天气差异显著,利用日益精密的气象观测数据针对天气对避暑旅游的适宜性影响分析较欠缺。贵州以“避暑旅游”为品牌,属于“西南高原型”避暑气候^[11],省会城市贵阳被评为“中国避暑之都”,六盘水和安顺两市也获得“最佳避暑旅游城市”称号,避暑已成为夏季出游的主要动机和需求。为契合“旅游+气象”的发展战略,切实为旅游提供更优质的气象服务,本文拟从天气学角度出发,构建避暑旅游气象适宜度指标(定义为单日内气象条件对避暑旅游的影响程度),并分析贵州避暑旅游资源。

1 资料说明

选取 2008—2017 年 6—8 月贵州县级以上城市(84 个气象站)逐日最高(低)气温、日最大风速、08—20 时降水量、天气现象,以及定时气温、相对湿度和 10 min 平均风速(定时资料包含 4 个时次:11、14、17、20 时)等地面气象观测资料(贵州省气象档案馆提供)。所有资料时间采用北京时,“天气现象”提取“雷暴”因子。

2 避暑旅游气象适宜度指标建立

根据贵州天气与气候特点,以避暑旅游气候适宜度评价方法^[10]为建模思路,排除非气象因素,以体感温度确定的避暑旅游气象舒适度为正贡献指标,修正完善具有负贡献的灾害性天气指标。选取贵州夏季对旅游有影响的灾害性天气,并依据各自影响程度修改权重参数,为使避暑旅游气象适宜度阶梯性更显著,调整等级划分标准(表 1),最终建立贵州避暑旅游气象适宜度评价模型,修正后的计算公式为:

$$L=100 \times (B-M)。(1)$$

式中, L 表示避暑旅游气象适宜度(无量纲), B 表示均一化后的避暑旅游气象舒适度, M 表示高影响天气对避暑旅游的影响度。避暑旅游气象适宜度指标由避暑旅游气象舒适度和高影响天气对避暑旅游的影响度决定。

2.1 避暑旅游气象舒适度

避暑旅游气象舒适度表示旅游时段内不同体感温度等级对人体产生的综合影响,是由旅游时段内时刻气温、相对湿度和风速引起的体感温度的高低来衡量的。选取常规旅游时段(白天到傍晚)定时观

表 1 避暑旅游气象适宜度(L)等级划分表

级别	级别名称	判别条件	等级说明
1 级	非常适宜	$L \geq 30$	气象条件非常适宜避暑旅游
2 级	适宜	$20 \leq L < 30$	气象条件适宜避暑旅游
3 级	较适宜	$10 \leq L < 20$	气象条件较适宜避暑旅游
4 级	不适宜	$L < 10$	气象条件不适宜避暑旅游

测资料,首先计算各时刻的体感温度,公式^[10]为:

$$T_s = \begin{cases} T + \frac{15}{T_{\max} - T_{\min}} + \frac{R_H - 70}{15} - \frac{V - 2}{2} & T \geq 28^\circ\text{C} \\ T + \frac{R_H - 70}{15} - \frac{V - 2}{2} & 17^\circ\text{C} < T < 28^\circ\text{C} \\ T - \frac{R_H - 70}{15} - \frac{V - 2}{2} & T \leq 17^\circ\text{C} \end{cases}。(2)$$

式中, T_s 表示体感温度($^\circ\text{C}$), $T_{\max}$ 表示日最高气温($^\circ\text{C}$), $T_{\min}$ 表示日最低气温($^\circ\text{C}$), T 表示时刻气温($^\circ\text{C}$), R_H 表示时刻相对湿度(%), V 表示时刻风速(m/s)。

其次,由各时刻的体感温度计算旅游时段内避暑旅游气象舒适度,公式^[10]为:

$$B = \frac{B_0}{C_B}。(3)$$

式中, B 表示均一化后的避暑旅游气象舒适度(无量纲); B_0 表示均一化前避暑旅游气象舒适度, $B_0 = \sum_{i=1}^4 r_i \times R_i$, $r_i = \frac{D_i}{N}$, B_0 最大值为 0.6; C_B 表示常数,取 B_0 的最大值; r_i 表示旅游时段内不同体感温度等级 i 发生的频率; R_i 表示不同体感温度等级 i 的影响权重,1 级为 60%,2 级为 30%,3 级为 10%,4 级为 0; i 表示体感温度等级(表 2); D_i 表示旅游时段内不同体感温度等级 i 发生的时刻次数; N 表示旅游时段内参与统计的总时刻次数。

表 2 体感温度分级标准

体感温度等级(i)	体感温度(T_s)/ $^\circ\text{C}$
1 级	$22 \leq T_s \leq 24$
2 级	$20 \leq T_s < 22$ 或 $24 < T_s \leq 25$
3 级	$18 \leq T_s < 20$ 或 $25 < T_s \leq 28$
4 级	$T_s < 18$ 或 $T_s > 28$

2.2 高影响天气对避暑旅游的影响度

2.2.1 高影响天气对避暑旅游综合影响评价

强降水、高温、大风等天气的强度、发生频次是夏季避暑旅游的影响指标^[10],针对贵州夏季山岳型

旅游的特点,本文增加雷暴影响因子,建模思路参照灾害性天气对避暑旅游气候适宜度影响评估模型^[18]的原理,区别在于气候统计上灾害性天气存在频率,而在短期日评估上存在概率。因此,在量化各影响天气指标时,对出现的概率和相应的等级权重采用乘积算法,最终确定夏季高影响天气对贵州避暑旅游气象适宜度影响的指标模型,公式如下:

$$M=4 \sum_{j=1}^4 M_j \times R_j \quad (4)$$

式中, M 表示高影响天气对避暑旅游综合影响指标(无量纲); j 表示4种高影响天气,1为强降水天气,2为高温天气,3为大风天气,4为雷暴天气; M_j 表示均一化后各高影响天气 j 的影响指标; R_j 表示各高影响天气 j 指标权重。

R_j 权重比例参照文献[18],因增加雷暴因子,考虑高温和大风对贵州夏季避暑旅游的影响比强降水弱,强降水权重不变,为45%,分别将高温和大风的权重降低5%后为30%、15%。贵州雷暴(闪电)频次夜间高于白天,昼夜闪电比达到0.7^[19],多为非旅游时段,因此雷暴权重最低定为10%。

2.2.2 强降水天气对避暑旅游影响指标

应用逐日白天降雨量(08—20时)资料,计算强降水影响指标,公式为:

$$M_1=M_{01} \times R_{1i} \quad (5)$$

式中, M_1 表示强降水天气对避暑旅游影响指标; $M_{01}=\begin{cases} 1 & \text{(大雨及以上量级降雨)} \\ 0 & \text{(无雨或中雨及以下量级降雨)} \end{cases}$, M_{01} 表示强降水天气出现概率; $1i$ 表示降水强度等级,分为3个等级,1级、2级、3级分别为大雨、暴雨、大暴雨及以上量级的降水; R_{1i} 表示各降水强度等级 $1i$ 影响权重。

降水强度等级区别于文献[18]中的分级(暴雨、大暴雨和特大暴雨),是考虑大雨对旅游活动也有一定的影响,而大暴雨和特大暴雨对旅游活动的影响均很大。另外,考虑相邻降雨等级之间对旅游的影响差异较为显著,因此将1级、2级、3级权重分别定为10%、30%、60%。

2.2.3 高温天气对避暑旅游影响指标

应用逐日白天最高气温资料,计算高温影响指标,公式为:

$$M_2=M_{02} \times R_{2i} \quad (6)$$

式中, M_2 表示高温天气对避暑旅游影响指标; M_{02} 表示高温天气出现概率, $M_{02}=\begin{cases} 1 & (35\text{ }^{\circ}\text{C及以上}) \\ 0 & (35\text{ }^{\circ}\text{C以下}) \end{cases}$; $2i$

表示高温等级,分为3级,依据贵州高温天气主要出现在东部且多在40℃以下的特点,将1级、2级、3级高温区间分别定为[35℃,37℃)、[37℃,39℃)、[39℃,+∞); R_{2i} 表示各高温等级 $2i$ 影响权重,1级、2级、3级的高温影响权重参考文献[18],分别为10%、30%、60%。

2.2.4 大风天气对避暑旅游影响指标

应用逐日白天最大风速资料,计算大风影响指标,公式为:

$$M_3=M_{03} \times R_{3i} \quad (7)$$

式中, M_3 表示大风天气对避暑旅游影响指标; M_{03} 表示大风天气出现概率, $M_{03}=\begin{cases} 1 & (5\text{级及以上}) \\ 0 & (5\text{级以下}) \end{cases}$; $3i$ 表示大风等级,1级、2级、3级风速区间分别为5~6级、7~8级、9级及以上; R_{3i} 表示各大风等级 $3i$ 影响权重,1级、2级、3级大风影响权重分别为10%、40%、50%。大风分级和权重参考文献[18]。

2.2.5 雷暴天气对避暑旅游影响指标

雷暴影响指标同其它高影响天气的指标方法,应用逐日白天雷暴观测资料(有或无),计算雷暴影响指标,公式为:

$$M_4=M_{04} \times R_{4i} \quad (8)$$

式中, M_4 表示雷暴天气对避暑旅游影响指标; $M_{04}=\begin{cases} 1 & \text{(有雷暴)} \\ 0 & \text{(无雷暴)} \end{cases}$; R_{4i} 表示雷暴影响权重。由于雷暴等级无法量化,属于短时强对流天气,持续时间不会太长,因而对旅游影响时间较短,故一般地区雷暴影响权重定义为10%,而针对梵净山、雷公山等以登山为主要特色项目的景区所在地出现雷击事故概率要高一些,该地区雷暴影响权重为20%。

3 贵州主要城市避暑旅游气象适宜性分析

贵州共有6个省辖市(贵阳、遵义、六盘水、安顺、毕节、铜仁)和3个自治州(州府所在地:凯里、都匀、兴义)。

3.1 贵州9个地州市夏季逐月避暑旅游气象适宜性分析

对贵州9个地州市2008—2017年夏季逐月平均避暑旅游气象适宜性进行分析,避暑旅游气象适宜度(L)见表3。6月贵州一般处于雨水集中期,气温相对7、8月偏低,除铜仁属于适宜避暑旅游外,其余8个地州市 L 值均超过30,属于非常适宜避暑旅游。7—8月盛夏时期铜仁 L 值在17左右,属于较适

宜避暑旅游,凯里的L值在20~30,属于适宜避暑旅游,其余地州市均属于非常适宜避暑旅游(除遵义7月属于适宜避暑旅游)。L值越高表示避暑旅游气象条件越好,安顺最佳,其次分别是六盘水、兴义、贵阳、毕节和都匀。可见贵州9个地州市除东部的铜仁和凯里避暑旅游气象条件相对略差外,其余城市避暑旅游气象条件非常好。

表3 贵州9个地州市2008—2017年夏季逐月平均避暑旅游气象适宜度(L)

月	贵阳	遵义	六盘水	安顺	毕节	铜仁	凯里	都匀	兴义
6	50.9	46.5	46.3	53.7	45.8	27.8*	35.9	48.2	48.9
7	48.3	27.6*	58.2	59.6	42.3	16.1**	20.9*	38.2	48.7
8	46.2	30.8	55.7	58.3	45.4	17.3**	24.9*	37.8	47.7

注:*表示避暑旅游适宜,**表示避暑旅游较适宜。

3.2 贵州9个地州市夏季逐旬避暑旅游气象适宜性分析

因避暑旅游气象适宜度的月平均值平滑掉了高、低值,通过分析夏季逐旬平均值(表4)可知,贵阳、六盘水、安顺、毕节、都匀和兴义夏季各旬的避暑旅游气象适宜度均超过30,属于“非常适宜”;遵义7月中、下旬和8月上旬属于“适宜”,其它旬为“非常适宜”;铜仁仅6月上旬属于“非常适宜”,7月中、下旬和8月上旬为“较适宜”,其它旬为“适宜”;凯里7月中、下旬和8月上旬为“较适宜”,6月下旬和7月上旬为“适宜”,其它旬为“非常适宜”。各地避暑旅游气象适宜度的时间分布特征与当地气温的气候变化特征较为一致。

3.3 典型城市夏季月平均避暑旅游气象适宜度变化

选取2个典型城市来分析2008—2017年夏季各月平均避暑旅游气象适宜度的变化趋势。从表3看出,铜仁市6—8月的避暑旅游适宜度均低于30,属于“适宜”和“较适宜”等级,均未达到“非常适宜”

表4 贵州9个地州市2008—2017年夏季逐旬平均避暑旅游气象适宜度

月	旬	贵阳	遵义	六盘水	安顺	毕节	铜仁	凯里	都匀	兴义
6月	上旬	49.3	47.7	39.9	46.5	41.3	38.3	44.1	51.6	43.1
	中旬	52.3	49.9	44.6	54.9	47.1	25.1*	36.2	49.9	51.8
	下旬	51.1	41.9	54.3	59.7	48.9	20.1*	27.4*	42.9	50.7
7月	上旬	53.8	30.9	56.9	59.2	45.9	20.6*	25.6*	46.8	48.9
	中旬	48.9	29.1*	61.0	60.4	44.5	14.8**	18.0**	34.8	49.0
	下旬	42.8	23.2*	56.8	59.2	36.9	13.2**	19.1**	33.5	48.2
8月	上旬	42.6	27.2*	58.1	57.8	47.3	13.0**	19.1**	34.0	45.0
	中旬	57.6	36.0	50.8	57.6	48.1	21.0*	30.9	39.9	51.5
	下旬	46.9	36.8	49.8	57.2	49.1	21.6*	31.4	39.9	50.8

注:*表示避暑旅游适宜,**表示避暑旅游较适宜。

等级,夏季平均适宜度值达到20.4,在9个城市中排名最低;贵阳市6—8月的避暑旅游适宜度均超过30,属“非常适宜”等级,夏季平均适宜度值达到48.5,在9个城市中位列第3,且它是贵州省会城市,因此选取贵阳和铜仁作为典型城市。从图1可看出,近10a贵阳市夏季各月平均避暑旅游气象适宜度在37.6~57.0,表明整个夏季是非常适宜避暑旅游,最低值出现在2016年8月,最高值出现在2012年7月,各月逐年表现出振荡变化趋势,数值差异不显著,7月与8月年际变化趋势较为相似;6月气温一般低于7、8月,但因降雨频繁,也可造成适宜度降低。铜仁市平均避暑旅游气象适宜度在10.6~37.8,最低出现在2013年8月,最高出现在2010年6月,从较适宜旅游到非常适宜旅游之间变化;不同于贵阳的是铜仁市6月适宜度明显高于7、8月,原因是盛夏期间(7—8月)受西太平洋副热带高压控制和低海拔因素影响,统计1981—2010年历史数据,7、8月平均日最高气温分别比6月高3.1、3℃,高温日数比6月分别多10.2、9.6d,因此铜仁市6月较7、8月更适宜避暑旅游;铜仁市7、8月适宜度差异不明

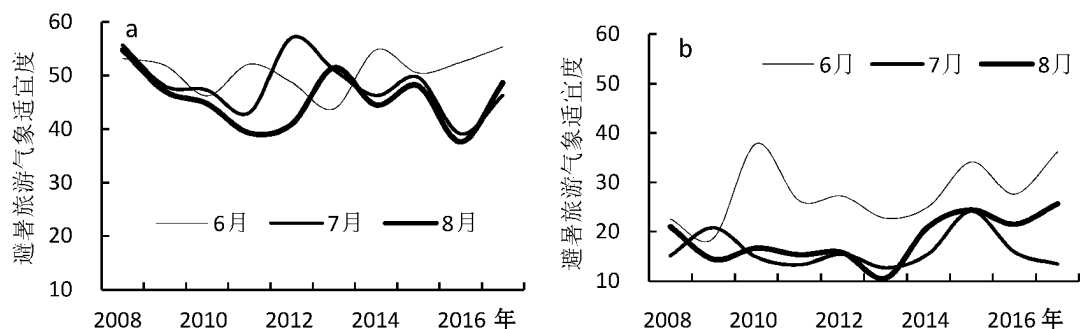


图1 2008—2017年贵阳(a)与铜仁(b)夏季各月平均避暑旅游气象适宜度变化趋势

显,年际变化趋势也较为一致。

3.4 铜仁市避暑旅游气象适宜度分析

从月平均和旬平均的避暑旅游气象适宜度来看,铜仁均没有出现低于10即不适宜避暑旅游的情况,原因在于月、旬平均值会过滤掉极大值和极小值。从近10 a 铜仁市逐日避暑旅游气象适宜度散点图(图2a,共920 d)可知,铜仁适宜度在-17~100,多集中在10~20,从等级分布特征来看,3级“较适宜”占比最大,为72%;其次是1级“非常适宜”和4级“不适宜”,占比均为12%;2级“适宜”占比最小,为4%。其中在4级“不适宜”的111 d中(即避暑旅游气象适宜度低于10),日最高气温超过35℃的占比接近92%,日最高气温不足35℃时,白天降水量均超过大雨以上量级。因此,日最高气温和白天的降水量对贵州避暑旅游气象适宜度指标贡献较大。铜仁市单日避暑旅游气象适宜度的变化说明该评价指标是可应用的。

4 贵州避暑旅游气象适宜度空间分布特征

4.1 夏季各月平均避暑旅游气象适宜度空间分布

贵州夏季各月平均避暑旅游气象适宜度空间分布见图3。6月全省大部地区的适宜度均超过30,属于“非常适宜”等级,仅南部边缘和东部部分地区在10~30,多属于“适宜”等级。7月“非常适宜”等级范围明显缩小,主要分布在中西部地区。“较适宜”等级

范围明显扩大,主要分布在南部边缘和东部地区,位于贵州的低海拔地区,因万山和三穗位于东部边缘,其海拔高度明显高于周边地区,气温低于周边,所以其适宜度较周边高1个等级。“适宜”范围向北部延伸,东部覆盖面扩大,习水同样因为相对高度的关系适宜度比周边高,为“非常适宜”,而其西侧的低海拔赤水河谷则为“较适宜”。8月“适宜”和“较适宜”范围比7月小,“非常适宜”范围比7月大。“较适宜”等级主要在贵州东北部、南部边缘区域以及锦屏和赤水两个县城。6、7、8月达到“非常适宜”等级的县站数占84县总数的百分率分别为80.95%、47.62%、55.95%。

4.2 夏季关键旬平均避暑旅游气象适宜度空间分布

贵州夏季7月中旬、7月下旬和8月上旬适宜度的空间分布特征差异不大,与7月的分布较为相似,贵州东部、南部边缘和赤水河谷仍是低值区,相对中西部来说并非是避暑旅游最佳地。值得关注的是位于贵州东南部的黔东南与黔南两州交界的都匀、独山、麻江和丹寨为高值中心,这与苗岭山脉地形有关,说明山岳型地区非常适宜避暑旅游。3旬唯一的差异是遵义市的播州区与桐梓的适宜度在7月中旬属于“非常适宜”,而7月下旬和8月上旬属于“适宜”,贵州其余地区适宜度等级在该3旬中基本无变化。7月中旬、7月下旬和8月上旬达到“非常适

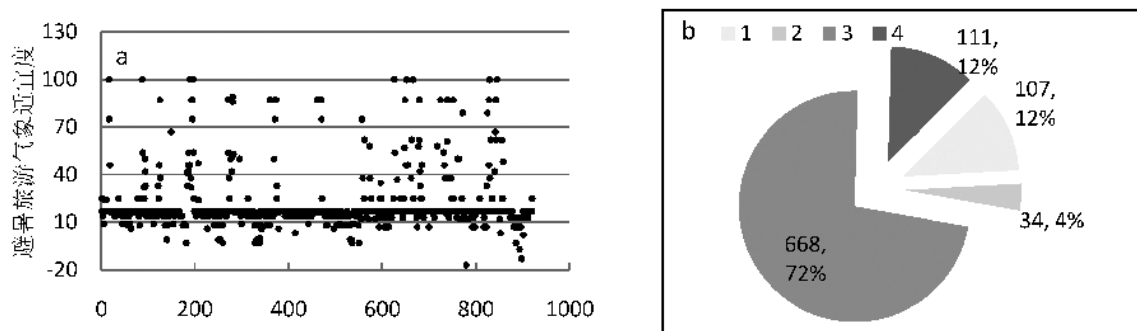


图2 2008—2017年铜仁逐日避暑旅游气象适宜度散点(a)和等级分布(b)



图3 2008—2017年贵州夏季各月平均避暑旅游气象适宜度地区分布
(a为6月,b为7月,c为8月)

宜”等级的县总数占 84 县总数的百分率分别为 47.62%、45.24%和 45.24%。

通过夏季各月和关键句的空间分布特征可以看出,贵州整体上是非常适合夏季避暑旅游的。在夏季不同月份和盛夏关键句,最佳旅游目的地略有变化,贵州北部、东部和南部地区避暑旅游气象适宜性低于中西部地区。贵州地处云贵高原东侧,地形地貌复杂,境内地势西高东低,自中部向北、东、南三面倾斜,具有海拔落差大和局地相对高度高的特点,盛夏时节贵州多受西太平洋副热带高压系统影响,在其西伸加强的过程中,东部影响时间和强度尤甚。因此,相对贵州中西部,北部、东部和南部地区气温高,高温日数多,避暑旅游气象适宜性就略低一些。

5 结论与讨论

本文参照避暑旅游气候适宜度评价方法,建立了贵州避暑旅游气象适宜度评价指标,并对贵州避暑旅游气象适宜性进行了分析。得出以下结论:

(1)充分考虑避暑旅游行为发生在夏季白天的特性,选择 11、14、17、20 时,计算各时刻体感温度等级,确定具有正贡献的避暑旅游气象舒适度影响指标。修正完善具有负贡献的灾害性天气指标,对贵州夏季避暑旅游有影响的天气包括强降雨、高温、大风和雷暴,依据各自影响程度修改权重参数,对避暑旅游气象适宜度等级划分标准进行适当调整,最终建立贵州避暑旅游气象适宜度评价指标。

(2)通过对贵州 84 个县级市和典型城市的避暑旅游适宜性进行分析,结果表明贵州整体上是非常适合夏季避暑旅游的,在夏季不同月份和盛夏关键句,最佳旅游目的地略有变化。贵州中西部地区最适宜避暑旅游,且整个夏季均非常适宜;7 月中旬、下旬和 8 月上旬贵州北部、东部和南部的低海拔地区避暑旅游气象适宜度相对略低,但地处武陵山脉和苗岭山脉的都匀、独山、麻江和丹寨等地适宜开展山岳型避暑旅游。铜仁市避暑旅游气象适宜度范围在-17~100,是贵州避暑旅游气象条件相对逊色的城市。因此,该评价指标能较好的表征气象条件对贵州避暑旅游行为的影响。

日最高气温和白天的降水量对贵州避暑旅游气象适宜度指标的贡献较大。无论避暑旅游气象适宜度较高还是较低的地区,并不代表它每天必定属于适宜避暑旅游或不适宜避暑旅游,需根据当天实际天气要素的变化来确定。日常业务应用时可采用欧洲中心高分辨率数值预报模式产品,或中国气象局公共气象服务中心气象服务精细化多模式集成预报

产品,或省级精细化格点预报产品,时间精度可选逐 3 h 或 1 h 计算避暑旅游气象舒适度,高影响天气对旅游的综合影响指标可采用主观与客观预报方式结合,最终确定未来避暑旅游气象适宜度预估评价价值,该指标的建立对于公众享受避暑出游有重要意义。

参考文献:

- [1] Mieczkowski Z. The tourism climatic index: a method of evaluating world climates for tourism [J]. *Canadian Geographer*, 1985, 29(3): 220-233.
- [2] 杜正静,潘进军,赵卫华,等.中国旅游气候适宜性评价研究[J].*气象与环境科学*, 2018, 41(4): 17-26.
- [3] 马丽君. 中国典型城市旅游气候舒适度及其与客流量相关性分析[D]. 陕西师范大学, 2012.
- [4] 马丽君,孙根年,马彦如,等.50 年来北京旅游气候舒适度变化分析[J].*干旱区资源与环境*, 2011, 25(10): 161-166.
- [5] 马丽君,孙根年,马彦如,等.30 年来西安市气候舒适度变化对旅游客流量的影响 [J]. *干旱区资源与环境*, 2011, 25(09): 191-196.
- [6] 马丽君,孙根年,李玲芬,等.海口旅游气候舒适度与客流量年内变化相关分析[J].*资源科学*, 2008, 30(11): 1754-1759.
- [7] 马丽君,孙根年,杨睿,等.城市气候舒适度与游客网络关注度时空相关分析 [J]. *地理科学进展*, 2011, 30(06): 753-759.
- [8] 孟丽霞,姚延峰,尹春,等.兰州市旅游气候舒适度与客流量关系分析[J].*沙漠与绿洲气象*, 2017, 11(5): 89-94.
- [9] 陆林,宣国富,章锦河,等.海滨型与山岳型旅游地客流季节性比较——以三亚、北海、普陀山、黄山、九华山为例 [J].*地理学报*, 2002, 57(06): 731-740.
- [10] 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.
- [11] 陈慧,闫业超,岳书平,等.中国避暑型气候的地域类型及其时空分布特征[J].*地理科学进展*, 2015, 34(2): 175-184.
- [12] 吴普,周志斌,慕建利.避暑旅游指数概念模型及评价指标体系构建[J].*人文地理*, 2014, 29(3): 128-134.
- [13] 孙银川,王素艳,李浩,等.宁夏六盘山区夏季避暑旅游气候舒适度分析[J].*干旱气象*, 2018, 36(6): 1035-1042.
- [14] 张文强,孙从建.山西省避暑旅游目的地适宜性评价[J].*山西师范大学学报(自然科学版)*. 2018, 32(2): 95-104.
- [15] 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[J].*气象与环境科学*, 2018, 41(4): 34-40.
- [16] 朱宝文,哈承智,时盛博,等.青海海北地区旅游气候舒适度与客流量关系 [J]. *气象与环境科学*, 2014, 37(1): 83-87.

- [17] 杨舒琳,林中鹏,韩赓.泉州市盛夏避暑旅游气候资源及区划分析[J].农业灾害研究,2015,5(12):27-29.
- [18] 李菁,慕建利.避暑旅游适宜度评价模型的建立和应用[C]//中国气象学会年会.2015.
- [19] 吴安坤,李艳,张淑霞,等.贵州省闪电活动时空分布特征分析[J].防灾科技学院学报,2017,19(1):56-62.
- [20] 朱涯,杨鹏武,段长春,等.普洱市宜居气候适宜性分析[J].气象与环境科学,2018,41(2):37-42.

Analysis on the Meteorological Suitability of Summer Tourism in Guizhou Province

SONG Dan¹, DU Zhengjing¹, MU Jianli², XIA Xiaoling¹, CHEN Jingyi¹, LUO Juncui¹, PAN Cen¹

(1. Meteorological Service Center of Guizhou Province, Guiyang 550002, China; 2. Service Center of Public Meteorology, China Meteorological Administration, Beijing 100081, China)

Abstract According to the evaluation method of summer tourism climate suitability, the summer tourism meteorological comfort determined by apparent temperature as the positive contribution index, revising and improving the high impact weather index with negative contribution, such as heavy rainfall, high temperature, gale and thunderstorm, the evaluation model of summer tourism meteorological suitability was established. Based on the observation data of surface meteorological elements from June to August during 2008–2017, the summer tourism meteorological suitability of 84 cities in Guizhou province were analyzed by the model. The results show that: It's very suitable for summer tourism in Guizhou, especially in central and western regions. However, the best tourist destination changes slightly in different months of summer and key days of midsummer. The meteorological suitability of summer tourism is relatively low in the low altitude areas of the north, east, and south of Guizhou. However, Duyun and Majiang, and so on, which are in Wuling and Miaoling mountains, are suitable for mountain type summer tourism. The summer tourism meteorological suitability in Tongren City ranges from -17 to 100. It is a city with poor meteorological conditions of summer tourism in Guizhou. The model can objectively reflect the impact of meteorological conditions on summer tourism.

Key words summer tourism; meteorological suitability; evaluation indicators; Guizhou