

DOI:10.13718/j.cnki.xsxb.2022.09.014

# 四川省攀枝花市气候舒适度时空特征分析<sup>①</sup>

李佳恩<sup>1</sup>, 刘永吉<sup>1</sup>, 刘园园<sup>2</sup>

1. 吉林建筑大学 测绘与勘查工程学院, 长春 130118; 2. 攀枝花市外国语学校, 四川 攀枝花 617000

**摘要:** 舒适的气候既是旅游业发展中不可或缺的自然条件, 又是山地休闲度假区域重要的旅游资源. 以 2000—2020 年攀枝花市 4 个主要站点的气象数据为基础数据, 结合 GPS 的定位资料和攀枝花市 1:10 000 数字高程模型对气温作了空间推算. 在此基础上, 结合温湿指数( $I_{TH}$ )、风效指数( $K$ )和着衣指数( $I_{CL}$ ), 通过模糊层次分析构建了综合舒适指数( $I_{CC}$ )的模型, 完成了攀枝花市的气候舒适度时间分布特征的分析; 再结合 DEM 高程模型数据及地貌分级资料, 绘制了以 1, 4, 7, 10 月为代表的气候舒适区域空间分布图, 并分析了其特征. 结果表明: ①在时间分布上, 攀枝花地区全年的旅游气候综合舒适指数区间为 5.0~7.8, 表明全年的气候都适合旅游, 其中最适宜旅游的月份为 1, 2, 11 和 12 月; ②在空间分布上, 1 月旅游气候舒适区域的面积分布最大, 发展冬季旅游的优势明显. 根据按高程分级统计的山地旅游区气候舒适度空间分布, 以 10 月为例, 舒适区主要集中分布在地形类型为中山和次高山的区域.

**关键词:** 山地旅游区; 气候舒适度; 时空分布; 攀枝花

中图分类号: P463

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2022)09-0091-08

## Analysis on Temporal and Spatial Characteristics of Climate Comfort in Mountain Tourism Area of Panzhihua City

LI Jiaen<sup>1</sup>, LIU Yongji<sup>1</sup>, LIU Yuanyuan<sup>2</sup>

1. College of surveying and surveying engineering, jilin jianzhu university, Changchun 130118, China;

2. Panzhihua Foreign Language School, Panzhihua Sichuan 617000, China

**Abstract:** Comfortable climate is not only an indispensable natural condition in the development of tourism, but also an important tourism resource in a mountainous leisure and vacation area. Based on the meteorological data of four main stations in Panzhihua City from 2000 to 2020, combined with the GPS positioning data and the 1:10 000 digital elevation model of Panzhihua City, in this paper, a spatial calculation of the temperature has been made. On this basis, combined with temperature humidity index ( $I_{TH}$ ), wind efficiency index ( $K$ ) and clothing index ( $I_{CL}$ ), the model of comprehensive comfort index ( $I_{CC}$ ) has been constructed through fuzzy analytic hierarchy process, and the time distribution characteristics of cli-

① 收稿日期: 2021-09-27

基金项目: 国家自然科学基金项目(41801283); 吉林省教育厅“十三五”科学技术项目(JJKH20180607KJ).

作者简介: 李佳恩, 硕士研究生. 主要从事测绘工程和三维激光扫描技术等研究.

通信作者: 刘永吉, 实验师, 硕士, 主要从事测绘工程和三维激光扫描技术等研究.

mate comfort in Panzhihua City been analyzed; Combined with DEM elevation model data and geomorphic classification data, the spatial distribution map of climate comfort area represented by January, April, July and October has been drawn, and its characteristics been analyzed. The results show that: ① in terms of time distribution, the comprehensive comfort index range of tourism climate in Panzhihua area is 5.0~7.8, indicating that the climate is suitable for tourism all year round, and the most suitable months for tourism are January, February, November and December; ② In terms of spatial distribution; the area distribution of tourism climate comfort area is the largest in January, and the advantage of developing winter tourism is obvious. In the spatial distribution of climate comfort of mountain tourism areas according to elevation classification statistics, taking October as an example, the comfort areas are mainly concentrated in the areas with middle mountain and sub high mountain terrain types.

**Key words:** mountain tourism area; climate comfort; temporal and spatial distribution; Panzhihua

近年来,由于社会经济的发展与人民生活质量的提升,环境和气候等问题逐渐成为人们关注的焦点.在旅游业中,气候不仅造就了美丽的自然景观,而且还会影响旅游者旅游活动的体验感,除个人偏好、环境差异和最大信息量等因素之外,旅游者在选择目的地时还十分关注旅游地的气候舒适度<sup>[1]</sup>.对旅游气候的研究最早始于国外,且偏重于对评价气候舒适度的原理和方法的探索.美国学者 Terjung<sup>[2]</sup>通过构建人体舒适指数和风效指数的模型,来评价美国大陆的气候舒适度;Oliver<sup>[3]</sup>在前人研究的评价体系的基础上加入自创风寒指数量表和温湿指数,更为全面地对人体所感受的气候舒适度进行评价.相较于国外,国内的相关研究虽起步较晚且侧重实证,但对气候舒适度的研究更加深入,研究者们通过加入如地理因子、经济因子等,结合实例从多角度对气候舒适度进行分析评价.关于气候对旅游影响最早的探索出现于著名气象学家林之光先生所著的《气候风光集》一书中,相关理论的探索由此开始深入.如余志康等<sup>[4]</sup>结合地理位置条件,对 40°N 以北的地区的夏季气候舒适度进行了研究从而得出其消夏旅游潜力;杜正静等<sup>[5]</sup>利用我国气候类型结合旅游气候适宜性指数,从而实现了对中国旅游气候资源的精细化分析.探索旅游气候舒适度在我国多聚焦于东、中部平原地区,对西部高原、山地地区旅游气候的研究仍然较为缺乏.

气候资源作为旅游业发展极为重要的支柱,对区域旅游流的季节性变化和旅游区景观的可持续发展具有深远影响.气候舒适度的优劣通常是从气象学角度出发,依据人体在不同天气以及气候条件下的各种感知的状态<sup>[6-7]</sup>进行评价的.攀枝花市以山地地形为主,其山地面积约占总面积的 90%,由于各种山地地形因素如地势起伏不一、坡向不同及沟壑纵横等,加之植被等造成的遮蔽度不同和海拔高度相对差异较大,从而形成“一山有四时,百里不同天”的气象条件.基于此,本研究利用 2000—2020 年累计 21 年的气候资料,通过数字高程模型提取高程及山势走向等地形要素后结合 GIS 空间分析方法,对该区域的温湿指数、风效指数、着衣指数以及综合舒适指数做出分析,并推算由于海拔升高而导致的气温变化,从而较为精确地对攀枝花市山地气候舒适度进行了评价,为攀枝花山地旅游业科学合理地梯级性利用气候资源提供了指导与依据.

## 1 研究区域及研究数据

### 1.1 研究区概况

攀枝花市位于北纬 26°05′~27°21′,东经 101°08′~102°15′,地处四川省西南部攀西裂谷的中南段,是川、滇两地经济的交汇处,全市辖区面积约 7 440 km<sup>2</sup>,辖东区、西区、仁和区及米易县、盐边县;东邻大凉山山脉,西跨横断山脉,南抵金沙江,北倚大雪山<sup>[8]</sup>;地形特征为东南低西北高,地貌类型以低中山和中山为主,约占全市面积的 88.4%.气候类型为南亚热带季风,存在显著的干、湿两季;位于盐边县境内的最高海拔点约 4 195.5 m,海拔最低点位于仁和区境内,约 937 m,相对高差大,垂直差异明显<sup>[9]</sup>,河谷地区全年无冬,无霜期高达 300 d 以上;全年日照时间长、温度变化小,但日较差大,雨量少且集中,具有四季差

异不明显等特点.

## 1.2 数据来源

本研究的数据来源于中国气象科学数据共享服务网(<http://cdc.cma.gov.cn/home.do>),主要包括2000—2020年攀枝花市仁和区、米易县和盐边县的4个气象站点(图1)的逐日风速、气温、相对湿度和日照时数等气象资料.

## 2 研究方法

### 2.1 加权平均

某一地区长期记录并统计的平均气象数据才是该地区旅游气候舒适性评价最科学的依据,而不是以某几年的特殊情况进行评价<sup>[6]</sup>.攀枝花市主要以山地为主,其气候适宜度受海拔高度影响较大.本研究采用各气象站点的海拔高度作为权重指数,计算风速、气温及相对湿度等气象资料,其公式为:

$$P_i = \frac{h_i}{H} \quad (1)$$

$$Y = \sum_{i=1}^n P_i \times X_i \quad (2)$$

式中:  $Y$  为各基础气象数据的加权平均值,  $X_i$  为各站点各基础气象数据的月平均值,  $P_i$  为各站点的权重,  $H$  为所有站点海拔总高程,  $h_i$  为各站点海拔高程.

### 2.2 旅游气候舒适度评价

本研究对气候舒适度的分析主要利用温湿指数、风效指数和着衣指数<sup>[10]</sup>,并结合3种指数进行模糊层次分析得出的综合舒适指数进行评价.

#### 2.2.1 温湿指数

温湿指数(Temperature and Humidity Index,  $I_{TH}$ )是通过气象要素中的温度和湿度,体现人在气象环境中的热量交换,从而获得评价身体舒适程度的重要指标之一.其公式为:

$$I_{TH} = (1.8t + 32) - 0.55 \times (1 - f)(1.8t - 26) \quad (3)$$

式中:  $I_{TH}$  为温湿指数;  $f$  为相对湿度(%);  $t$  为气温( $^{\circ}\text{C}$ ).

#### 2.2.2 风效指数

风效指数(Wind Efficiency Index,  $K$ )是指通过气象要素中的气温、风速和日照对人体舒适度的影响,反映人体皮肤在裸露状态下感知外界的冷暖程度,是气候舒适度评价指数中的一个细化指标.其公式为:

$$K = -(10\sqrt{v} + 10.45 - v)(33 - t) + 8.55s \quad (4)$$

式中:  $K$  为风效指数;  $v$  为风速(m/s);  $t$  为温度( $^{\circ}\text{C}$ );  $s$  为日照时数(d).该公式由风寒指数  $I_{WC} = (33 - T)(9.0 + 10.9\sqrt{v} - v)$  演变而来,但加入了对太阳辐射后人体的升温的考虑,使其更能反映周围环境与体表之间的热量交换.

#### 2.2.3 着衣指数

着衣指数(Index of Cloth Loading,  $I_{CL}$ )是指人们通过增减衣物来改变气候带来的影响,该计算模型由 Freitas<sup>[16]</sup>考虑平均温度  $t$ ( $^{\circ}\text{C}$ )、风速  $v$ (m/s)、人体代谢率( $H$ )、人体对太阳辐射的吸收情况( $A$ )、太阳常数( $R$ )和太阳高度角( $\alpha$ )等6种因素后提出,其公式为:

$$I_{CL} = \frac{33 - t}{0.155H} - \frac{H + aR\cos\alpha}{(0.62 + 19.0\sqrt{v})H} \quad (5)$$

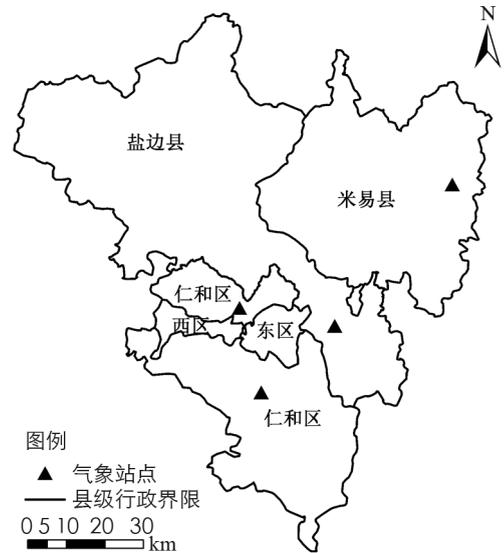


图1 攀枝花市气象站点分布

式中:  $I_{CL}$  为着衣指数;  $t$  为平均温度( $^{\circ}C$ );  $v$  为风速(m/s);  $H$  代表 75% 的人体代谢率, 取  $H = 87 \text{ W/m}^2$  (轻活动量下的代谢率);  $a$  表示太阳辐射被人体的吸收情况, 取  $a = 0.06$  (黑色衣料情况下最大值);  $R$  表示垂直阳光下的单位面积土地所接收的太阳辐射, 取  $R = 1366$  (人造卫星测得值);  $\alpha$  是太阳高度角( $^{\circ}$ ), 随纬度发生变化, 设某地的纬度为  $\beta$ , 则夏季  $\alpha = 90^{\circ} - \beta + 23.43^{\circ}$ ; 冬季  $\alpha = 90^{\circ} - \beta - 23.43^{\circ}$ ; 春秋  $\alpha = 90^{\circ} - \beta$ .

#### 2.2.4 综合舒适指数

参考王妍方等<sup>[11]</sup>提出的方法以  $I_{TH}$ ,  $K$  和  $I_{CL}$  为基础, 采用模糊层次分析作为评价的指标体系(表 1), 从而确定各指数的权重来构建旅游气候舒适性评价模型.

表 1 旅游气候舒适度评价指标体系

一级指标	二级指标
旅游气候舒适度 A	风效指数( $K$ ) $B_1$
	着衣指数( $I_{CL}$ ) $B_2$
	温湿指数( $I_{TH}$ ) $B_3$

先建立优先关系矩阵, 再逐步开展模糊层次分析.  $F = (f_{ij})_{n \times m}$ ,  $F$  即为模糊互补矩阵:

$$f_{ij} = \begin{cases} 0.5 & s(i) = s(j) \\ 1.0 & s(i) > s(j) \\ 0 & s(i) < s(j) \end{cases} \quad (6)$$

式中:  $s(i)$  和  $s(j)$  分别表示因素  $i$  和  $j$  的相对重要性程度. 根据二级指标重要性构建模糊一致判断矩阵, 最后利用行和归一法求得排序向量  $\omega = (0.55 \quad 0.3 \quad 0.15)^T$ . 综上所述, 构建的旅游气候舒适度模型(Climatic Comfortable Index,  $I_{CC}$ )为:

$$I_{CC} = 0.55X_{ITH} + 0.30X_K + 0.15X_{ICL} \quad (7)$$

式中:  $X_{ITH}$ ,  $X_K$  和  $X_{ICL}$  分别为温湿指数、风效指数和着衣指数的分级赋值; 0.55, 0.30, 0.15 分别为各指数的权重系数. 根据各指数被赋值等级值(采用 9, 7, 5, 3, 1 进行赋值, 对应最适宜、适宜、较不适宜、不适宜和极不适宜)与模型构建的权重为依据, 本研究确定将旅游气候舒适度标准划分为:  $7 < I_{CC} \leq 9$  为舒适;  $5 < I_{CC} \leq 7$  为较舒适;  $3 < I_{CC} \leq 5$  为较不舒适;  $1 < I_{CC} \leq 3$  为极不舒适. 为综合评价旅游气候舒适性提供依据. 温湿指数、风效指数和着衣指数的分级标准、人体感受及评分赋值如下<sup>[12-13]</sup>(表 2).

表 2 温湿指数、风效指数和着衣指数的分级标准及赋值

温湿指数( $I_{TH}$ )		风效指数( $K$ )		着衣指数( $I_{CL}$ )		属性
分级值	人体感觉	分级值	感觉程度	分级值	适宜着衣	
<40	极冷、极不舒适	<-1 200	酷冷	>2.5	羽绒或毛皮衣	1
40~45	寒冷、不舒适	-1 200~-1 000	冷	1.8~2.5	便服加坚实外套	3
45~55	偏冷、较不舒适	-1 000~-800	冷凉	1.5~1.8	冬季常用服装	5
55~60	清凉、舒适	-800~-600	凉	1.3~1.5	春秋常用便服	7
60~65	凉、非常舒适	-600~-300	舒适	0.7~1.3	衬衫和常用便服	9
65~70	暖、舒适	-300~-200	暖	0.5~0.7	轻便夏服	7
70~75	偏热、较舒适	-200~-50	暖热	0.3~0.5	短袖开领衫	5
75~80	闷热、不舒适	-50~80	热	0.1~0.3	热带单衣	3
80	极闷热、很不舒适	$\geq 80$	炎热	<0.1	超短裙、裤和短袖	1

### 2.3 山区月平均气温的空间推算

#### 2.3.1 数字高程模型的建立

本研究利用四川省攀枝花市 1:10 000 地形图和行政县界线图进行投影变换后制得攀枝花市 1:10 000 数字高程模型(图 2), 并从中提出经纬度、坡度和坡向等数据.

### 2.3.2 山区月平均气温的空间推算

采用多元线性回归方程来进行气温的推算,其公式为:

$$T_H = \alpha_0 + \alpha_1 \lambda + \alpha_2 \mu + \alpha_3 h \quad (8)$$

式中:  $T_H$  为模拟的气温值( $^{\circ}\text{C}$ );  $\lambda$  和  $\mu$  分别为经度和纬度( $^{\circ}$ );  $h$  为海拔高度(m);  $\alpha_0$  为常数;  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$  为偏回归系数。

常规的气温推算模型没能考虑太阳辐射强度的影响,并且太阳辐射强度与地形之间同样存在函数关系,利用EDM数据结合东西坡对温度的影响是相同理论<sup>[14-15]</sup>和太阳辐射强度与地形的函数关系,将更接近实际气温值  $T_T$  用函数简化表示<sup>[7]</sup>为:

$$T_T = T_H (\cos\alpha - \sin\alpha \cos\beta) \quad (9)$$

式中:  $T_H$  为常规模型推算的气温值( $^{\circ}\text{C}$ ),  $\alpha$  为坡度( $^{\circ}$ ) ( $0 \leq \alpha < 90^{\circ}$ ),  $\beta$  为坡向。

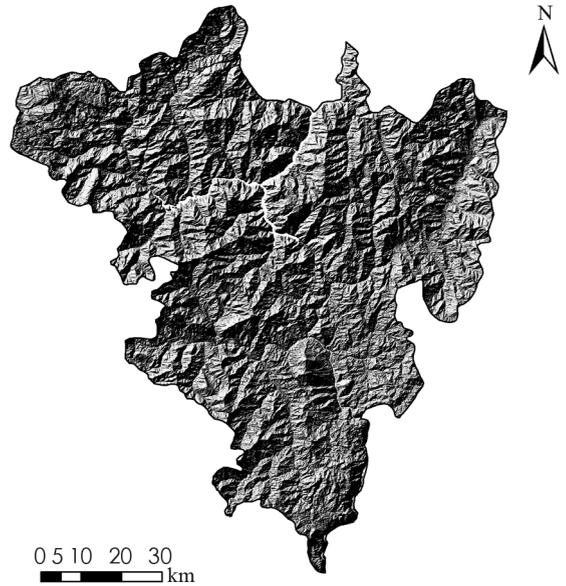


图2 攀枝花市数字高程模型

## 3 结果分析

利用 ArcGIS 10.2 空间分析模块,以  $50 \text{ m} \times 50 \text{ m}$  作为研究单元,以攀枝花市 2000—2020 年的累计 21 年的各测站的各月温度、相对湿度及风速加权平均值结合日照时数作为基础的时间分布数据.通过公式(3)–(7),获得该地区在各月的  $I_{\text{TH}}$ ,  $K$ ,  $I_{\text{CL}}$  和  $I_{\text{CC}}$  (表 3)。

表 3 2000—2020 年攀枝花市各月平均气温、相对湿度、风速、日照时数和各舒适度评价指数

项目	日期/月											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
气温/ $^{\circ}\text{C}$	13.6	17.2	21.4	24.2	26.3	26.4	25.4	25	23.4	20	16.3	13.2
相对湿度/%	49.6	36.3	31.1	35.7	42.9	57.3	69.2	70.3	71.8	69.5	64.1	59.9
风速/ $(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	1.2	1.7	2.0	2.1	2.0	2.1	1.4	1.2	1.3	1.2	1.0	1.0
日照时数/ $(\text{h} \cdot \text{d}^{-1})$	9.3	9.2	9.5	9.7	8.5	8.9	6.1	7.5	6.2	7.6	8	8.3
$I_{\text{TH}}$	56.9	61.2	65.8	69.3	72.9	74.7	74.4	73.9	71.6	66.3	60.7	56.3
$K$	-216.3	-193.9	-132.8	-82.9	-50.94	-50.03	-69.8	-57.9	-97.2	-133.3	-172.9	-215.1
$I_{\text{CL}}$	1.30	1.07	0.79	0.58	0.41	0.42	0.49	0.51	0.60	0.85	1.10	1.30
$I_{\text{CC}}$	7	7.8	6.7	6.4	5	5	5	5.3	5.3	6.7	7.8	7

### 3.1 区域气候舒适度的时间分布特征

通过构建的评价模型分析结果可看出(图 3),1,2,11,12 月的旅游气候舒适度评价指数均在 7 以上,评价结果为最适宜,是适宜旅游外出的最佳时节,其他月份的评价指数均介于 5 和 7 之间,表明该月份气候舒适度较为适宜,较适宜旅游.评价结果显示该区域没有月份小于 5 的评价指数,这也说明其适游期长,一年四季气候宜人。

从二级指标的评价结果可以看出,温湿指数在 2—4 月、11 月时最为舒适,而整个夏季(5—8 月)则呈现不舒适感的偏热气候.着衣指在 2—3 月、10—11 月时最为舒适.风效指数表明,在 1 月与 12 月时最为舒适,而其他月份则较为舒适。

2000—2020 年攀枝花市旅游最舒适日数占全年的比重较高,全年无旅游不舒适月份,而且无论是综合评价还是二级指标评价都表现出较好的效果,说明该区域在旅游气候上具有自身突出的优势。

### 3.2 山地旅游区的气候舒适度的空间分布特征

将各评价指数于 EDM 栅格数据在 ArcGIS 10.2 里进行空间分析模块的叠加运算,从而获得攀枝花市各代表月份的山地旅游气候适宜度的空间分布图(表 4、图 4—图 7)。

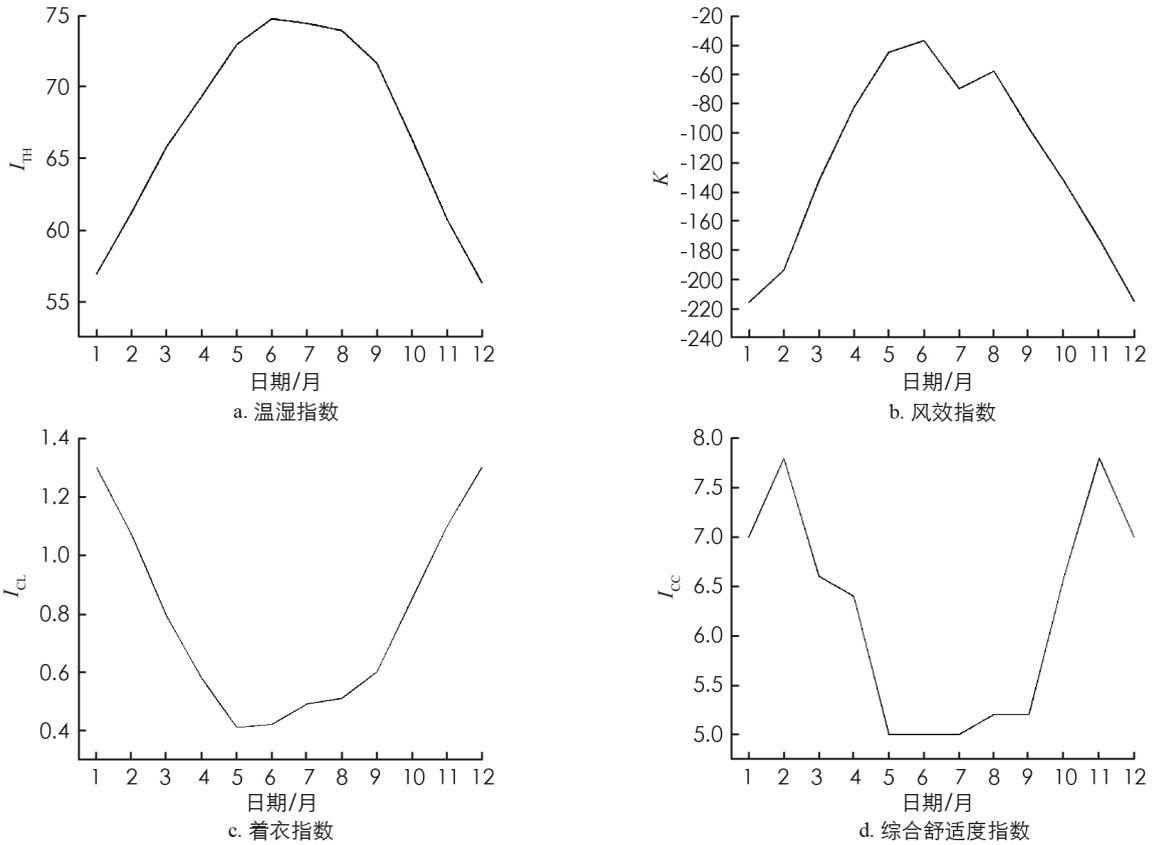


图 3 攀枝花市舒适度评价指数月变化分布

表 4 各代表月份旅游气候舒适度面积分布

km<sup>2</sup>

日期/月	舒适	较舒适	不舒适	极不舒适
1	5 867.67	1 572.33	0.00	0.00
4	970.38	6 469.62	0.00	0.00
7	0.00	1 969.23	5 470.77	0.00
10	2 256.89	5 183.11	0.00	0.00

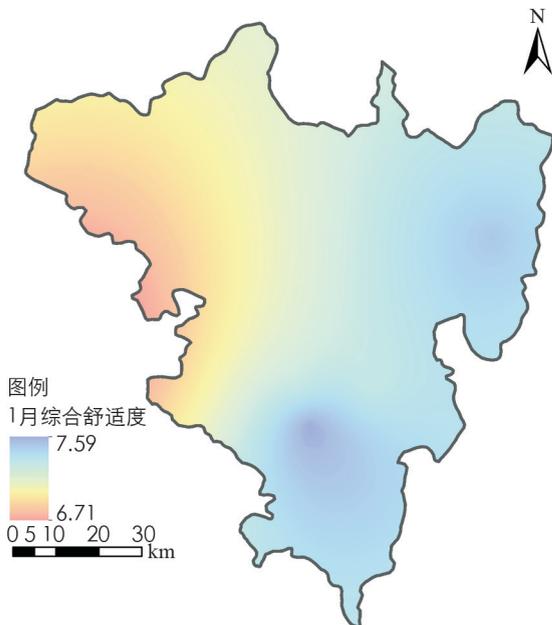


图 4 攀枝花市 1 月人体舒适度空间分布

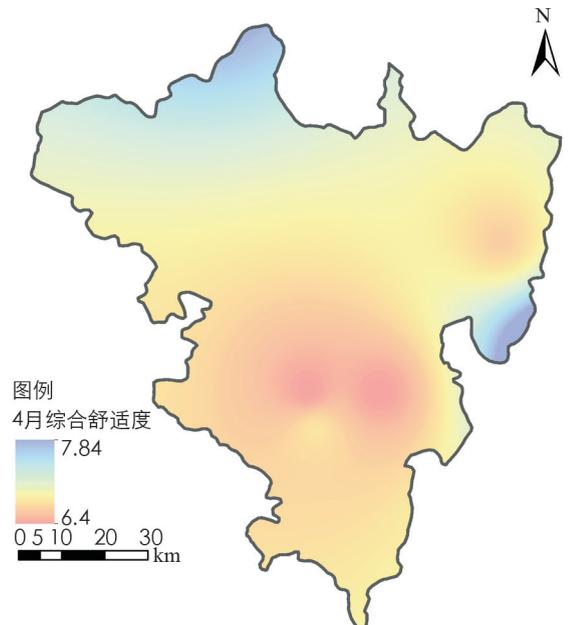


图 5 攀枝花市 4 月人体舒适度空间分布

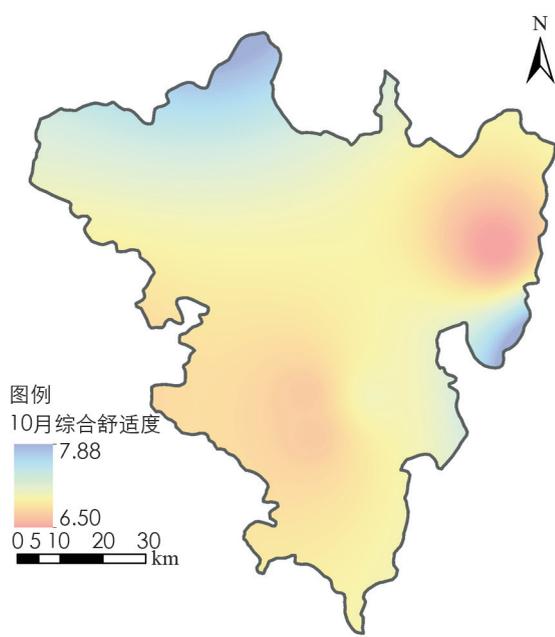
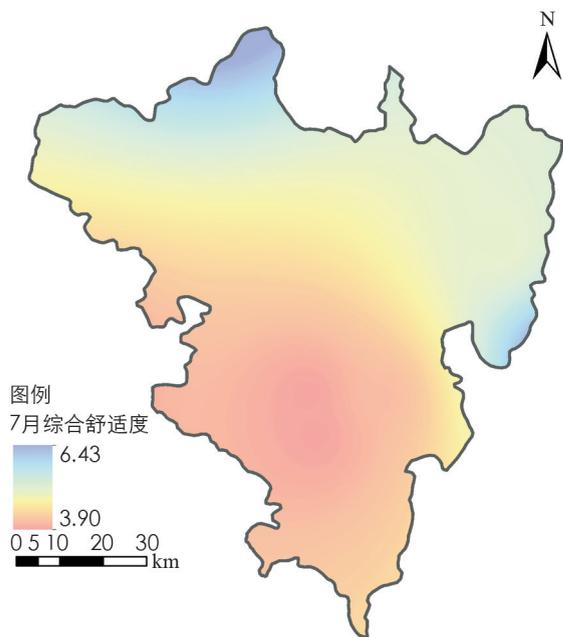


图 6 攀枝花市 7 月人体舒适度空间分布

图 7 攀枝花市 10 月人体舒适度空间分布

从表 4 的各代表月份舒适度面积统计结果可见, 在 1, 4, 10 月的舒适区覆盖面积都远大于 7 月, 该情况说明从旅游气候是否舒适的方面来看, 攀枝花山地旅游景区在 1, 4, 10 月比 7 月具有更多吸引游客的优势。以 10 月为例, 通过 ArcGIS 10.2 空间分析模块进行栅格数据与各指数数值的叠加运算, 从而获得以高程 (500~4 500 m, 即低山至高山) 分级统计的旅游舒适区域分布面积 (表 5) 中可见, 其舒适区域面积占攀枝花市总面积的 69.7%, 各地形的舒适区域面积分布见图 8 和图 9。

表 5 攀枝花市 10 月各地形区旅游舒适区域面积分布

km<sup>2</sup>

高程分级	500~1 000 m	1 000~1 500 m	1 500~2 500 m	2 500~3 500 m	3 500~4 500 m	合计
地形	低山	中低山	中山	次高山	高山	
旅游舒适区域面积	0.00	554.30	3 127.67	1 458.49	42.66	2 256.89

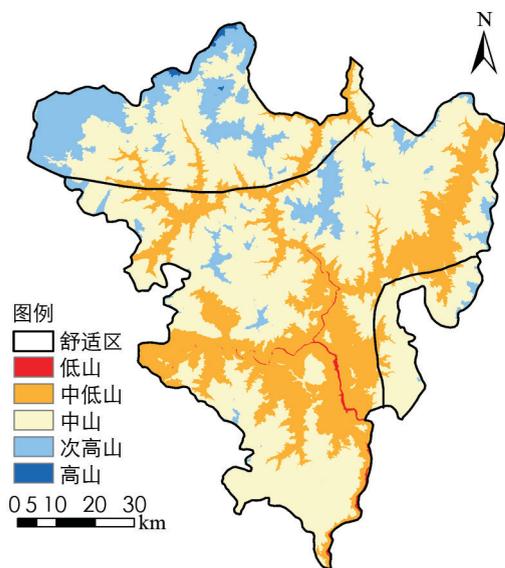


图 8 攀枝花市 10 月各地形的舒适区域面积分布

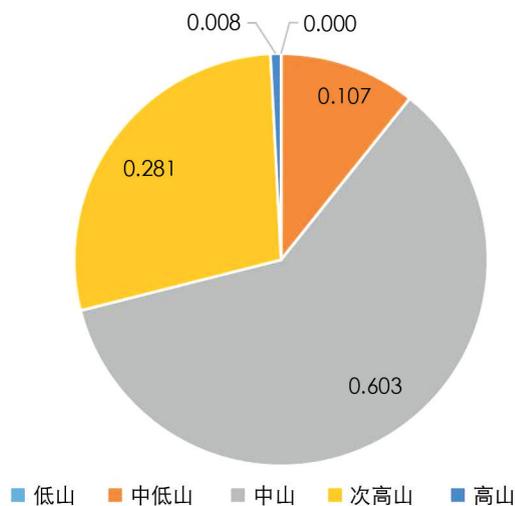


图 9 攀枝花市 10 月各地形的舒适区域面积分布比例

从表 5 和图 9 饼图的运算处理的结果可以看出,在 10 月,中山与次高山的舒适区域面积分别为 3 127.67 km<sup>2</sup>和 1 458.49 km<sup>2</sup>,占 10 月总适区域总面积的比例分别为 60.3%和 28.1%,两者之和约占舒适区域总面积的 88.4%。因此,10 月舒适区主要分布在高程范围为 1 500~3 500 m 的中山和次高山地区。可将此区域作为攀枝花市的山区旅游重点区进行规划和打造。

## 4 结论与讨论

### 4.1 结论

基于 2000—2020 年攀枝花市 21 年的全年各月气温、相对湿度、逐日风速及日照时数等气象资料,通过 DEM 模型推算空间温度后结合温湿指数、风效指数与着衣指数进行模糊层次分析,构建综合舒适评价模型,表明攀枝花市全年旅游气候综合舒适指数区间为 5.0~7.8;其中 1,2,11 及 12 月最适宜旅游;从空间分布看,舒适区主要集中分布在地形类型为中山和次高山的区域。

### 4.2 讨论

1) 影响人体舒适度的因素较多,本研究主要选取了温度、湿度、风速、太阳辐射及地形因子 5 个要素,对于气压、紫外线、雾霾等因素未纳入指标体系,这可能导致评价结果存在一定的偏差,因此在详细分析各类气象要素在影响人体舒适度比重的基础上,应引入更多的气象因子;

2) 虽然本研究应用 DEM 模型数据,优化了地形及海拔对气候的影响,但因气象站点有限且数据覆盖范围小,因此存在一定误差,未来可加入更多小区域的气象数据,以提高评价结果的准确度。

### 参考文献:

- [1] 向宝惠. 龙胜县旅游气候舒适度评价与开发利用 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2015, 40(9): 197-203.
- [2] TERJUNG W H. Physiologic Climates of the Conterminous United States: a Bioclimatic Classification Based on Man [J]. Annals of the Association of American Geographers, 1966, 56(1): 141-179.
- [3] OLIVER J E. Climate and Man's Environment: An Introduction to Applied Climatology [M]. New York: John Wiley & Sons, 1973: 104-118.
- [4] 余志康, 孙根年, 罗正文, 等. 40°N 以北城市夏季气候舒适度及消夏旅游潜力分析 [J]. 自然资源学报, 2015, 30(2): 327-339.
- [5] 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.
- [6] 王公为. 内蒙古旅游气候舒适度时空差异研究 [J]. 内蒙古农业大学学报(自然科学版), 2018, 39(2): 58-64.
- [7] 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.
- [8] 江海. 攀枝花地理位置 [EB/OL]. (2016-10-23)[2020-2-7]. <http://www.panzhihua.gov.cn/>.
- [9] 张宏. 四川地理 [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2016.
- [10] 雷婷, 张天宇, 王勇, 等. 重庆黔江区生态旅游气候资源评估 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2018, 43(7): 138-147.
- [11] 王妍方, 尹雪梅, 程希平. 基于 FAHP 模型的攀枝花旅游气候舒适度分析 [J]. 环境工程, 2016, 34(S1): 1083-1086, 1107.
- [12] 刘清春, 王铮, 许世远. 中国城市旅游气候舒适性分析 [J]. 资源科学, 2007, 29(1): 133-141.
- [13] 李秋, 仲桂清. 环渤海地区旅游气候资源评价 [J]. 干旱区资源与环境, 2005, 19(2): 149-153.
- [14] 石春娥, 王兴荣, 吴必文, 等. 合肥市夏季热岛特征研究 [J]. 南京气象学院学报, 2005(5): 672-678.
- [15] 张洪亮, 倪绍祥, 邓自旺, 等. 基于 DEM 的山区气温空间模拟方法 [J]. 山地学报, 2002, 20(3): 360-364.
- [16] FREITAS C R. Human Climates of Northern China [J]. Atmospheric Environment, 1979, 13(1): 71-77.