

# 哀牢山北段东侧人居环境气候适宜度分析

鲁敏<sup>1</sup>, 石有彪<sup>1</sup>, 孙永海<sup>2</sup>, 鲁永新<sup>1\*</sup>, 罗仁斌<sup>2</sup>

<sup>1</sup>云南省楚雄州气象局, 云南 楚雄

<sup>2</sup>云南省楚雄州农业科学院, 云南 楚雄

Email: [cxm44lyx@126.com](mailto:cxm44lyx@126.com)

收稿日期: 2020年8月12日; 录用日期: 2020年8月27日; 发布日期: 2020年9月3日

## 摘要

为科学客观评价哀牢山北段东侧(南华、楚雄、双柏)人居环境的气候适宜度, 基于云南省126个县的气温、降水、日照时数、风等12个气象影响因子, 用主成分分析法分析了各地的人居生活环境气候影响评价指数。统计了牢山北段东侧与中国气候之都“浙江丽水, 贵州六盘水、贵阳, 四川雅安, 重庆城口”和云南知名旅游生活居住地(丽江、大理、昆明)的气温、降水、湿度、日照等极端气象影响值, 并分别计算了各地的温湿指数、风效指数、人体生理舒适度。分析结果表明: 哀牢山北段东侧人居环境气候适宜度指数与大理、丽江相等, 略高于昆明及周边; 极端气象影响和人体生理舒适度指数介于5个气候之都和昆明、大理、丽江之间。

## 关键词

哀牢山, 人居环境, 主成分分析, 温湿指数, 气候适宜度

# Analysis on the Climate Suitability of Human Living Environment in the East of Ailao Mountain

Min Lu<sup>1</sup>, Youbiao Shi<sup>1</sup>, Yonghai Sun<sup>2</sup>, Yongxin Lu<sup>1\*</sup>, Renbin Luo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Chuxiong State Meteorological Bureau, Chuxiong Yunnan

<sup>2</sup>Chuxiong Academy of Agricultural Sciences in Yunnan, Chuxiong Yunnan

Email: [cxm44lyx@126.com](mailto:cxm44lyx@126.com)

Received: Aug. 12<sup>th</sup>, 2020; accepted: Aug. 27<sup>th</sup>, 2020; published: Sep. 3<sup>rd</sup>, 2020

\*通讯作者。

文章引用: 鲁敏, 石有彪, 孙永海, 鲁永新, 罗仁斌. 哀牢山北段东侧人居环境气候适宜度分析[J]. 气候变化研究快报, 2020, 9(5): 406-416. DOI: [10.12677/ccr.2020.95045](https://doi.org/10.12677/ccr.2020.95045)

## Abstract

In order to scientifically and objectively evaluate the climate suitability of the living environment of the eastern side of Ailao Mountain (Nanhua, Chuxiong and Shuangbai), based on 12 meteorological influencing factors such as temperature, precipitation, sunshine hours and wind in 126 counties of Yunnan Province, Principal component analysis (PCA) was used to analyze the evaluation index of human living environment and climate impact. The influence values of temperature, precipitation, humidity, sunshine and other extreme meteorological events on the east side of the northern part of the Langshan Mountain, China's climate capitals "Lishui in Zhejiang Province, Lipanshui in Guizhou Province, Guiyang in Guizhou Province, Ya'an in Sichuan Province, and Chengkou in Chongqing" and famous tourist living places in Yunnan Province (Lijiang, Dali, and Kunming) were calculated. The temperature and humidity index, wind efficiency index and human physiological comfort were calculated respectively. The results show that the living-climate suitability index of the eastern part of Ailao Mountain is equal to that of Dali and Lijiang, and slightly higher than that of Kunming and its surrounding areas; the influence of extreme weather and the index of human physiological comfort are between 5 climate capitals and Kunming, Dali and Lijiang.

## Keywords

Ailao Mountain, Living Environment, Principal Component Analysis, Temperature Humidity Index, Climate Suitability Index

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

人居环境是一个复杂的生态系统,气候是构成这一系统最密切、最直接的自然因素,是影响人类活动和人居环境的重要因素,也是评判区域环境适居性的重要因素之一。国内外学者对区域人居环境的气候适居性,或舒适度作了大量的研究。哀牢山是滇中高原与滇西纵谷区的地理分界线,也是云南西暖、东凉的气候分界线。区域气候因同时受到高、低纬季风环流和地形的共同影响,除形成固有的山地垂直气候特征外,山脉走向与环流风系近垂直相交而派生出显著的坡向气候效应。哀牢山北段东侧高原盆地位于 $23^{\circ}35' \sim 25^{\circ}21' \text{N}$ ,  $100^{\circ}44' \sim 101^{\circ}48' \text{E}$ 之间,辖南华县、楚雄市、双柏县,是2016年经云南政府批准立项的3个国家公园之一。辖区境内气候立体,干湿分明,5~10月为雨季,4~11月为干季,冬季受来自大陆的干暖季风环流控制,天气晴朗少雨,日照丰富,夏季受来自海洋的暖湿季风环流控制,多云雨天气,区域年平均气温 $14.8^{\circ}\text{C} \sim 16.4^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $68\% \sim 74\%$ 、风速 $1.2 \sim 3.2 \text{ m/s}$ 、降水量 $840 \sim 960 \text{ mm}$ 、日照 $2032 \sim 2402 \text{ h}$ 。气候适宜性的相关研究可追溯到1920年,英国学者特洪等提出了有效温度的概念[1],1973年J. E. Oliver基于温湿指数和风效指数探讨了温度、湿度、风速和日照等气候条件对人体舒适度的影响[1],1985年德国学者Kowski提出了旅游气候指数概念[2],1989年王远飞[3]分析了上海市夏季温湿效应与人体舒适度,2003年李学铭[4]评价了我国主要城市人居环境适宜居住的气候因子,2007年孔邦杰[5]对山地旅游区气候舒适度的时空特征进行分析,刘清春[6]对中国城市旅游气候舒适性进行分析;2008年唐焰[7]基于栅格尺度的中国人居环境气候适宜性评价;2010年唐少霞[8]基于国际旅游岛的城市人居环境

分析,近年来先后有李陈[9],刘立涛[10],党冰[11],魏伟[12],胡桂萍[13]等对区域人居环境的气候适宜性进行研究和评价;毕家顺等就人的生理、病理、医疗和保健与气象的研究成果认为[14][15],在地处低纬高原的云南省内气候特征与昆明、大理、丽江相似或相近的气候区,即为人居环境气候的最舒适气候区。马友鑫[16]1992年初步分析了哀牢山北段光资源特征,张一平[17]2001年分析了哀牢山常绿阔叶林林窗小气候特征,刘洋[18]2009年分析了哀牢山北段地区气候特征及变化趋势,刘玉宏[19]1996年研究了哀牢山气温的时空特征,区域内有关人居气候环境适宜性的研究尚未见报导。为客观评价哀牢山北段东侧高原盆地人居生活环境的气候适宜度,本研究综合利用人体舒适度指数(BCMI)、风寒指数(THI)、温效指数(IWE)和多因子气候影响评价指数等,对哀牢山北段东侧高原盆地做人居环境气候舒适度的客观评价,为科学利用气候资源、推动区域经济发展提供科学参考依据。

## 2. 资料与方法

### 2.1. 资料来源和因子选取

研究资料全部来自云南省125个县市气象观测站1981~2010年的地面气象观测记录及其相应时段统计值,国内其它省区相关气象资料来源于国家气候中心资料共享及相关省区当地气象同行。为突出人居环境的气候影响,本文除参考前人相关研究方法外,选取了与人居环境气候关系密切的春季平均风速,年降雨量,年相对湿度,阴天日数,大于10毫米降水日数、极端最低气温、冬季平均气温、年平均风速、气温年较差、极端最高气温、年日照时数、年降雨日数,共12个气象因子(表1)做气候主因子成分分析。

**Table 1.** Selected climate factors and codes in the study

**表 1.** 本研究选取的气候因子及代号

代号	因子	代号	因子
CJPJFS	春季平均风速	DJPJQW	冬季平均气温
NPJJSL	年平均降水量	NPJFS	年平均风速
NPJSDSD	年平均相对湿度	QWNJC	气温年较差
NPJYTRS	年平均阴天日数	JDZGQW	极端最高气温
DYSHMJSRS	大于10mm降水日数	NPJRZSS	年平均日照时数
JDZDQW	极端最低气温	NJSRS	年降水日数

### 2.2. 分析方法

主成分分析原理是以降维的思想,把众多变量转化为少数几个综合指标。这些综合指标是原始变量的线性组合,它们保留了原始变量的主要信息,彼此之间又不相关,从而使复杂的问题简单化,使原始变量的信息集中到几个主要指标因子上进行分析[19][20][21][22];IDW插值是将空间点数据转化成面数据的方法,用一组采样点的线性权重组合来确定像元值,即待插点值是待插点邻域内已知散乱点值的加权平均,权重的大小与待插点邻域内散乱点之间的距离有关[10];生理气候评价指标中,温湿指数考虑了温度和相对湿度,风效指数考虑了风速、温度和日照指标[11]-[16];与国内知名人居环境地的气温、降水、相对湿度、日照时数和风的对比分析也是区分和比较人类居住与生活适宜度的气候影响分析方法之一。

### 2.2.1. 云南人居气候适宜指数分析

基于气候影响因子的主成分分析法,对入选气象影响因子矩阵  $X_{12 \times 125}$  做主成分分析,用方差最大法进行正交旋转,使成分负载向 0 和 1 两极分化。计算各主成分分值用回归法。方法步骤:第一步对原始数据进行标准化处理,以消除量纲不同的影响(得到标准变量);第二步将云南省 125 站的 12 个气候影响因子的标准变量组成一个  $P = 12$ 、 $N = 125$  的矩阵  $X_{pn}$ ,求标准变量的相关矩阵  $R$ ;第三步求相关矩阵  $R$  的多个特征值、特征向量及相应主成分对方差的贡献率;第四步根据贡献率确定主成分指标因子的个数;第五步针对每个主成分指标因子与标准变量线性组合关系的表达式,以权重较大的多个标准变量来综合解释主成分指标因子的物理意义,计算全部代表点的各个主成分因子值和气候影响评价指数分值(即人居环境气候适宜指数值)  $Z$ ,最后在 arcgis 平台上对  $Z$  值做 IDW 插值[4]-[10]。输出分析结果图(图 1)。人居环境气候影响评价指数  $Z$  值计算表达式和任意点  $Z_D$  气象要素插值公式如下式:

$$Z = \sum_{k=1}^m e_k Z_k \text{ 即 } Z = 0.4118Z_1 + 0.2578Z_2 + 0.16651Z_3 \quad (1)$$

$$Z_D = \frac{\sum_{i=1}^n (Z_i/d_{iD})}{\sum_{i=1}^n (1/d_{iD}^K)} \quad (2)$$

式(1)中  $Z_1$ 、 $Z_2$ 、 $Z_3$  分别为矩阵  $R$  的前 3 个主成分,即干湿主成分、光热主成分和燥热主成分;式(2)中  $n$  为已知点个数; $Z_i$  为第  $i$  个已知点的值; $d_{iD}$  为第  $i$  个已知点到目标点  $D$  的距离; $K$  为衰减除数[12]。

### 2.2.2. 生理舒适度指数计算[13]-[19]

常用的生理气候评价指标有温湿指数(Temperature humidity index, THI)考虑了温度和相对湿度两个指标,风效指数(Index of wind effect, IWE)考虑了风速,温度和日照指标,表达式如下:

$$THI = T - 0.55(1 - f)(T - 58), T = 1.8t + 32 \quad (3)$$

$$IWE = -(10v + 10.45 - v)(33 - t) + 8.55s \quad (4)$$

$$K = 0.6(|t - 24|) + 0.07(RH - 70(|v - 2|)) \quad (5)$$

(1)、(2)、(3)式中  $T$  是华氏温度  $F$ ,  $f$  是月相对湿度%,  $t$  是摄氏温度  $^{\circ}C$ ,  $v$  是 10 m 以上高度处的平均风速( $m \cdot s^{-1}$ ),  $s$  是日日照时数(h/d)。

### 2.2.3. 国内知名地区人居环境气象影响因子对比分析

选取了中国气象学会授予以气候资源优势命名的“国字号”招牌优质人居环境地,“中国凉都”贵州省六盘水市,“中国避暑之都”贵州省贵阳市,“中国生态气候城市”四川省雅安市,“中国生态气候明珠”重庆市城口县,“中国气候养生之乡”浙江省丽水县和云南省知名的生态、旅游城市昆明市、丽江市、大理市对人居环境气候影响权重大的气温、降水、湿度、日照时数几个气象因子,与哀牢山北段东侧作相对应的对比分析,客观定位人居环境的气候适宜性。

### 2.2.4. IDW (Inverse distance weighted)反距离权重插算

任意点  $Z_D$  气象要素插值公式如下:

$$Z_D = \frac{\sum_{i=1}^n (Z_i/d_{iD})}{\sum_{i=1}^n (1/d_{iD}^K)} \quad (6)$$

式中(2)中  $n$  为已知点个数; $Z_i$  为第  $i$  个已知点的值; $d_{iD}$  为第  $i$  个已知点到目标点  $D$  的距离; $K$  为衰减除数[10]。

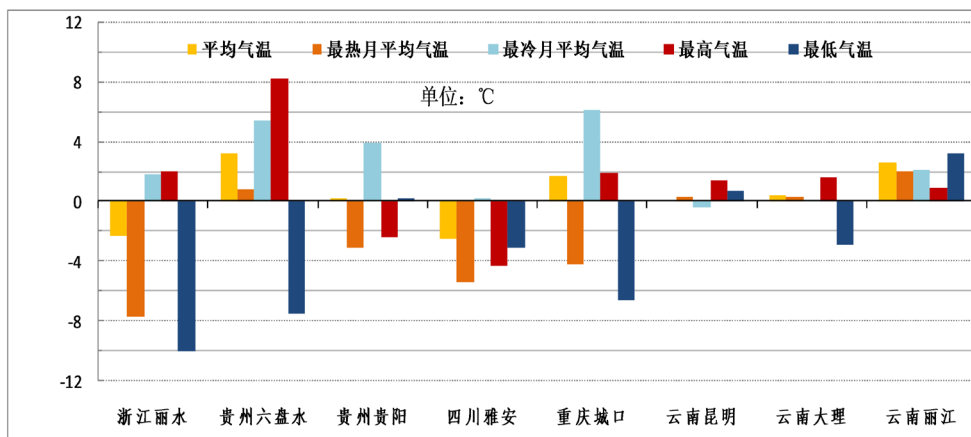
### 3. 结果与分析

#### 3.1. 哀牢山北段东侧与国内知名地区人居环境主要气象影响比较

哀牢山北段东侧影响人居环境气候舒适度的主要气象因子与中国气象学会命名的“中国避暑之都”贵阳、“中国凉都”六盘水、“中国生态气候城市”雅安、“中国生态气候明珠”城口和“中国气候养生之乡”丽水相比较,年平均气温 15.5℃,比丽水、雅安偏低 2.3℃~2.5℃,比贵阳、大理、丽江、六盘水偏高 0.2℃~3.2℃,与昆明等同值;最热月平均气温 20.6℃,比丽水、贵阳、雅安、城口偏低 3.1℃~7.7℃,比六盘水、大理、昆明、丽江偏高 0.3℃~2.0℃;最冷月平均气温 8.5℃,比昆明偏低 0.4℃,比其余对照地区偏高 0.1℃~6.1℃;极端最高气温 32.7℃,比雅安、贵阳偏低 2.4℃~4.3℃,比丽水、六盘水、城口、昆明、大理、丽江偏高 0.9℃~8.4℃;极端最低气温-7.1℃,比丽水、六盘水、雅安、城口、大理偏低 10℃~2.9℃,比贵阳、昆明、丽江偏高 0.2℃~3.2℃;年平均相对湿度 71%,比丽水、六盘水、贵阳、雅安、城口偏小 4%~11%,比大理、丽江偏大 3%~9%,与昆明等同值;年平均降雨量 897.3 mm,比全部对照地区偏少 83~902.7 mm;年平均日照时数 2261.2 h,比丽江偏少 151.8 h,比其余对照地区偏多 33~1112.9 h。见表 2 和图 1、图 2。

**Table 2.** Comparison of climate factors between well-known Habitat and Ailao mountains east in China  
**表 2.** 国内知名人居地与哀牢山北段东侧主要气象要素对照

地区	年平均气温	最热月气温	最冷月气温	最高气温	最低气温	相对湿度	年降水量	年日照时数
浙江丽水	17.8	28.3	6.7	30.7	2.9	75	1568.4	1676.6
贵州六盘水	12.3	19.8	3.1	24.5	0.4	85	1800.0	1472.3
贵州贵阳	15.3	23.7	4.6	35.1	-7.3	78	1129.5	1148.3
四川雅安	18.0	26.0	8.3	37.0	-4.0	82	1706.0	1451.0
重庆城口	13.8	24.8	2.4	30.8	-0.5	79	1261.4	1534.0
云南昆明	15.5	20.3	8.9	31.3	-7.8	71	979.3	2121.1
云南大理	15.1	20.3	8.4	31.1	-4.2	68	1054.9	2228.1
云南丽江	12.9	18.6	6.4	31.8	-10.3	62	980.3	2413.0
哀牢山北东	15.5	20.6	8.5	32.7	-7.1	71	897.3	2261.2



**Figure 1.** Comparison of temperature between Ailao mountains east and other zones in China  
**图 1.** 哀牢山北段东侧与各知名地气温(差)对比

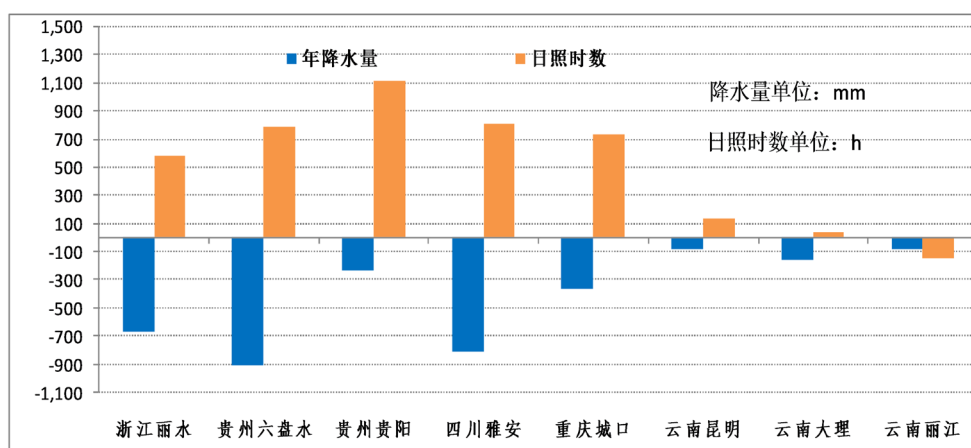


Figure 2. Comparison of precipitation between Ailao mountains east and other zones in China

图 2. 哀牢山北段东侧与各知名地降水、日照(差)对比

### 3.2. 哀牢山北段东侧及国内知名地人居舒适度指数分析

基于温湿指数、风效指数和舒适度的环境气象舒适指标见表 3。舒适指数分为 8 级,当舒适等级为 A、B、b 时,气候适宜性为舒适,等级为 c、d、e 时,对应为冷、不舒适,等级为 C、D、E 时对应为热、不舒适。哀牢山北段东侧的温湿指数 64.3,风效指数-351.1,舒适度指数 4.8,3 项指数均处在人体生理舒适度判别指标的气候最舒适等级,与全国知名的 5“个气候之都”及云南知名旅游居住地昆明、大理和丽江相比人体生理舒适度均处于中等偏上[12]-[17]。

Table 3. Persons physiological comfort degree evaluation

表 3. 人居地生理舒适度判别等级

温湿指数(THI)		风效指数(IWE)		舒适度指数(K)	
<40	极冷, 不舒适	<-1200	酷冷, 极不舒适	<1.5	极不舒适
40~45	寒冷, 较不舒适	-1200~-1000	冷, 较不舒适	1.5~2.5	不舒适
45~55	偏冷, 较舒适	-1000~-800	冷凉, 较舒适	2.5~3.5	较舒适
55~60	清凉, 舒适	-800~-600	凉, 舒适	3.5~4.5	舒适
60~65	凉, 非常舒适	-600~-300	舒适, 非常舒适	4.5~6.0	非常舒适
65~70	暖, 舒适	-300~-200	暖, 舒适	6.0~7.0	舒适
70~75	偏热, 较舒适	-200~-50	暖热, 较舒适	7.0~8.0	较舒适
75~80	闷热, 不舒适	-50~80	热( $t < 32.8^{\circ}\text{C}$ )	8.0~9.0	不舒适
>80	极闷热, 极不舒适	>80	热( $t > 32.8^{\circ}\text{C}$ )	>10	极不舒适

表 4、图 3 基于温湿指数,哀牢山北段东侧 1 年中,3 月和 10 月非常舒适,4 月和 9 月暖舒适,5 月、6 月、7 月和 8 月暖热、较舒适,11 月和 2 月清凉舒适,1 月和 12 月冷凉、较舒适,年平均非常舒适。与对照地区相比,体感气候舒适程度 1 月、2 月、3 月、4 月、10 月和 12 月均高于对照地区(暖),10 月同雅安、昆明、大理等值;5 月、6 月、7 月和 8 月,较丽江、大理、贵阳、城口、六盘水、昆明

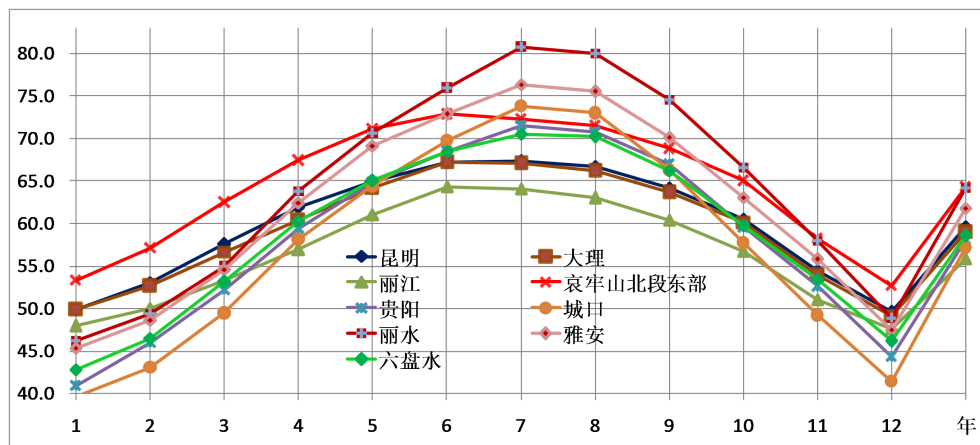


稍低(暖热), 高于丽水、雅安(凉); 9月与贵阳、城口等值, 较昆明大理稍低(暖), 较丽水、雅安高(凉); 11月与丽水、雅安等值, 较其余对照地区高(暖); 年平均值 64.3, 与丽水雅安等值, 较其余对照地区高, 非常舒适。

**Table 4.** The physiological comfort in Ailao mountains east and well-known persons

**表 4.** 哀牢山北段东侧及国内知名人居地生理舒适度

站名	温湿指数 THI	等级(THI)	风效指数 IWE	等级(IWE)	舒适度指数 K	等级(K)
浙江丽水	64.1	A 非常舒适	-265.1	B 舒适	4.6	舒适
贵州六盘水	58.5	b 舒适	-380.0	A 非常舒适	5.5	舒适
贵州贵阳	58.1	b 舒适	-416.1	A 非常舒适	5.7	舒适
四川雅安	61.8	A 非常舒适	-292.3	B 舒适	5.4	舒适
重庆城口	57.1	b 舒适	-293.0	B 舒适	6.6	舒适
昆明	59.6	b 舒适	-350.0	A 非常舒适	4.4	舒适
丽江	55.8	b 舒适	-448.8	A 非常舒适	6.8	舒适
大理	59.0	b 舒适	-373.1	A 非常舒适	4.9	舒适
哀牢山北东	64.3	A 非常舒适	-351.1	A 非常舒适	4.8	舒适



**Figure 3.** The Temperature humidity index (THI)

**图 3.** 温湿指数分布特征

表 4、图 4 基于风效指数, 哀牢山北段东侧 1 年中, 1 月、2 月、3 月、4 月、10 月、11 月和 12 月非常舒适, 5 月、6 月、7 月、8 月和 9 月暖舒适, 终年平均定格为舒适。与对照地区相比, 体感气候舒适程度 1 月、2 月较贵阳、丽江高(较暖), 与其余对照地区等值; 3 月与全部对照地区等值; 4 月与贵阳、六盘水、昆明、大理、丽江等值, 较城口、丽水雅安高(清凉); 5 月较贵阳、丽江低(温热), 与其余对照地区等值; 6 月、7 月、8 月、9 月, 较丽江低(温热), 与六盘水、大理、昆明等值, 较其余对照地区高(清凉); 10 月与贵阳、六盘水、昆明、大理、丽江等值, 较城口、丽水、雅安高(凉); 11

月与全部对照地区同等值；12月较贵阳高(温暖)，与其余对照地区等值；年平均值-351.1，非常舒适，较城口、丽水、雅安高(清凉)，与其余对照地区等值。

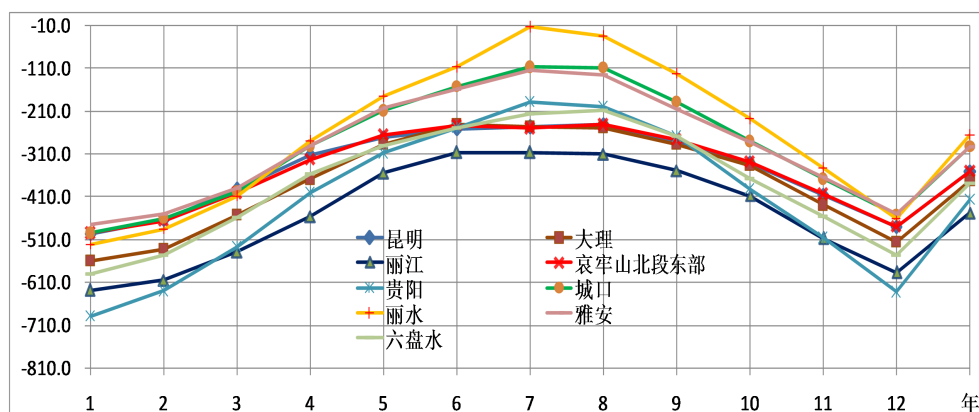


Figure 4. The Index of wind effect (IWE)

图 4. 风效指数分布特征

表 4、图 5 基于舒适度指数，哀牢山北段东侧 1 年中，3 月、4 月、9 月、10 月和 11 月)定格为舒适，5 月、6 月、7 月和 8 月较舒适，1 月、2 月和 12 月不舒适，终年平均定格为舒适。与对照地区相比较，体感气候舒适程度 1 月，较贵阳、城口、雅安、六盘水、丽江高(温暖)，与丽水、昆明、大理等同值；2 月，较城口、丽江高(温暖)，与其余对照地区等同值；3 月，较贵阳、城口、丽江、大理高(温暖)，与其余对照地区等值；4 月，较丽江、丽水高(温暖)，与其余对照地区等同值；5 月低于城口、丽江(温热)，与其余对照地区等同值；6 月、7 月、8 月中，除 7 月低于大理，7 月、8 月低于丽江外，与对照地区等同值；9 月，较贵阳、丽水、雅安、六盘水高(凉)，与其余对照地区等同值；10 月，较丽水高，与其余对照地区等同值，11 月，与丽水、昆明、大理等同值，较其余对照地区高(暖)；12 月，较贵阳、城口、丽江高(温暖)，与其余对照地区等值；年平均值 4.8，舒适，与全部对照地区等值。

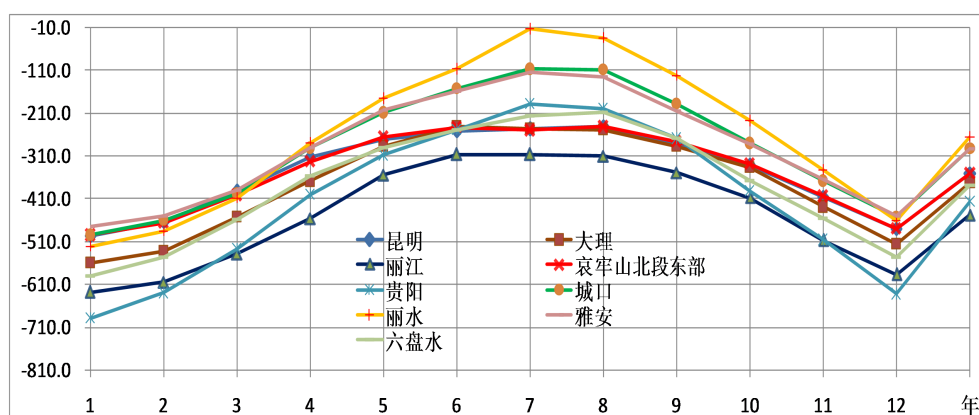


Figure 5. The Physiological comfort index

图 5. 舒适度指数分布特征

### 3.3. 云南省人居环境气候指数特征分析

用主成分分析法分析了云南人居环境气候适宜度评价指数的几个特征向量值，再经 arcgis 平台作 IDW 插值[23]得到如下结论：图 6 温湿特征主成分分量评价指数显示，哀牢山北段东侧温湿指数值高于



大理及东部周边地区，低于昆明及以东地区，与丽江等值；图 7 光温特征主成分分量评价指数显示，哀牢山北段东侧光温指数值高于昆明及以东周边地区，低于大理和丽江东部周边地区，与丽江西部等值；图 8 燥热主成分分量特征显示，哀牢山北段东侧西部燥热感低于丽江大部地区和昆明西南部周边地区，略高于大理及周边地区，与丽江西北部和昆明大部等值；图 9 人居环境气候适宜度指数显示，哀牢山北段东侧大部区域与丽江大部地区等值，略高于昆明及以东地区，哀牢山北段东侧北部区域与大理和丽江西北部地区等值，高于昆明及周边地区。

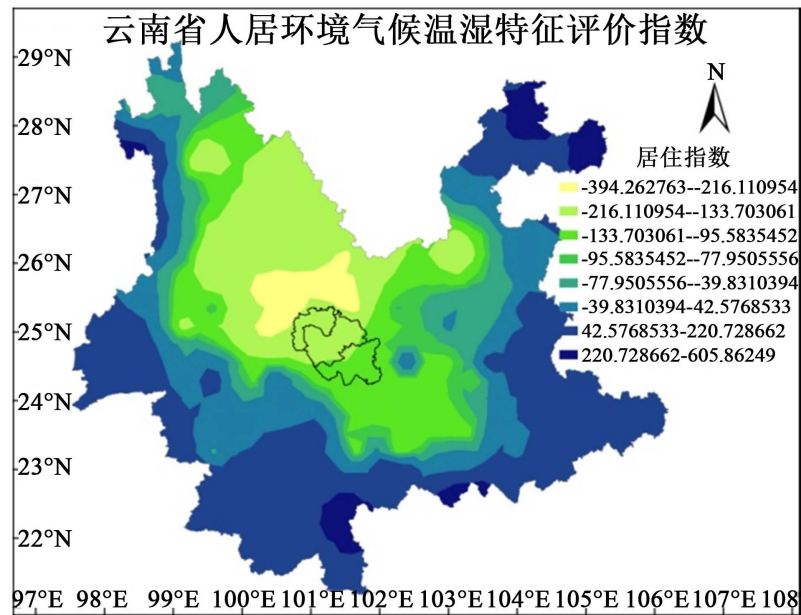


Figure 6. The Warm and wet feature index of habitat environment in Yunnan province  
图 6. 云南省人居环境温湿特征评价指数

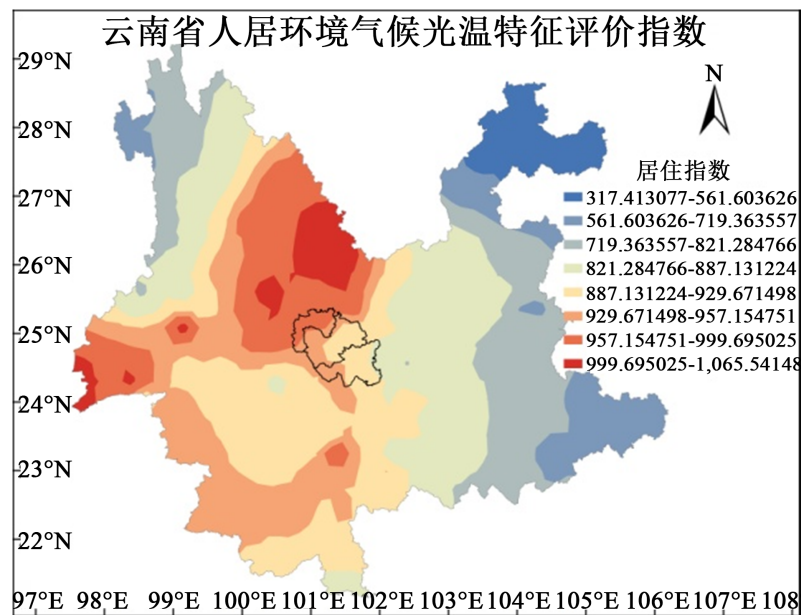


Figure 7. The Light and temperature feature index of habitat Environmental in Yunnan province  
图 7. 云南省人居环境光温特征评价指数

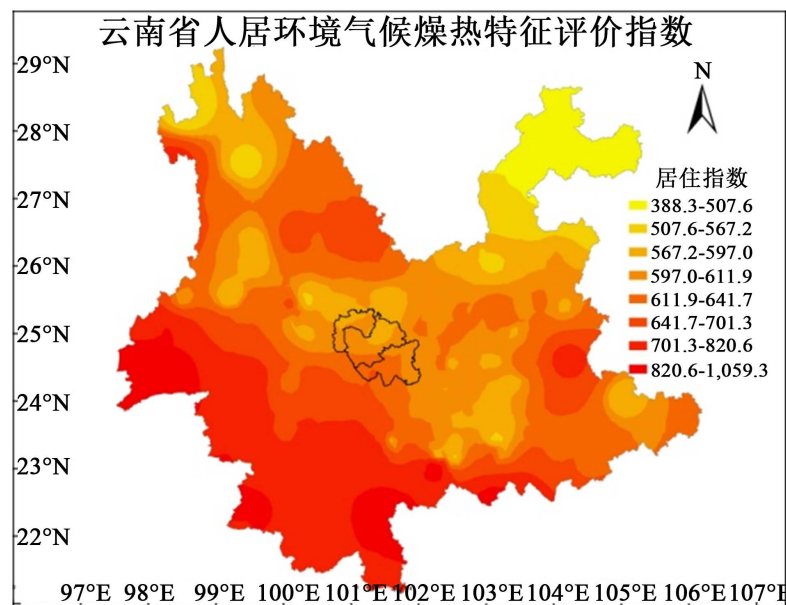


Figure 8. The Hot and dry feature index of habitat environment in Yunnan province  
图 8. 云南省人居环境燥热特征评价指数

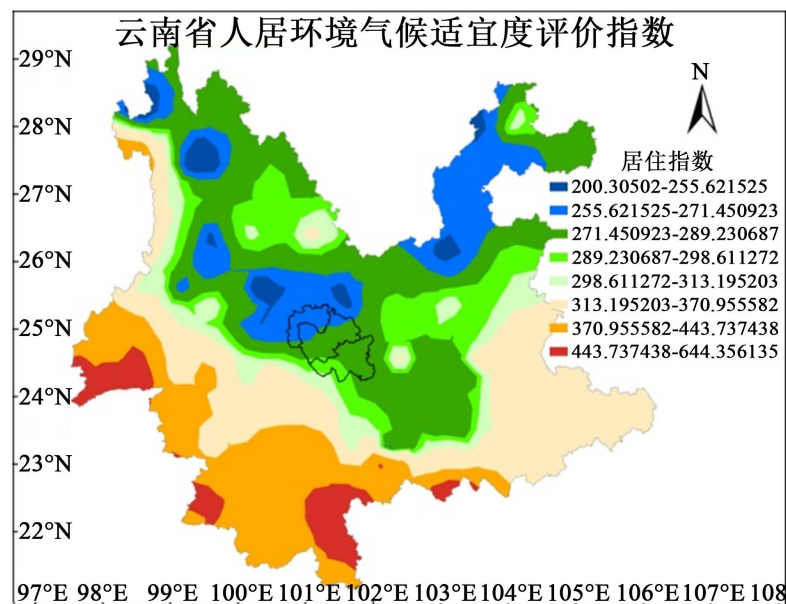


Figure 9. The Climate suitability index of habitat Environmental in Yunnan province  
图 9. 云南省人居环境气候适宜度评价指数

#### 4. 结论与讨论

本文用气象要素对比分析法, 分析了哀牢山北段东侧人居环境气候与中国知名且被中国气象学会授予以气候资源优势命名的“国字号”招牌优质人居环境地, “中国凉都”六盘水市、“中国避暑之都”贵阳市, “中国生态气候城市”雅安市, “中国生态气候明珠”城口县, “中国气候养生之乡”丽水市, 对人居环境影响较大的气温、降水、湿度、日照等气候影响因子的差异, 计算了人居生理气候舒适度指数; 首次用数学方法鉴定了哀牢山北段东侧和昆明市、丽江市、大理市的湿润指数、光温

指数、燥热指数和综合气候指数。得出哀牢山北段东侧人居环境气候指数与大理、丽江等同,略高于昆明及周边地区。人体生理舒适度指数(温湿指数和风效指数)计算值介于中国5个“气候之都”和昆明、大理、丽江之间,总体属终年舒适地域。

上述研究结论通过气象要素对比、人居环境气候指数和生理舒适度指数计算,证明了哀牢山北段东侧人居环境气候为全国夏季清凉区、暖冬区。空气霉变指数小、洁净度高、日照充足,惟国内真正的“冬暖夏凉、四季如春”之地域[5],是国内最适宜人居生活的优质气候区域之一。本文分析计算中,基于对照地区和云南省126个县城所在地历史地面气象观测资料,分析计算中选取对人居环境影响权重较大的气温、湿度、风和光日照等气象因子[8],虽然数据来源可靠、分析得出了结论客观,排除了人为干扰因素,为哀牢山北段东侧人居环境规划和开发利用提供了科学的理论参考依据。但由于云南哀牢山区气候带的垂直性分布明显,地形、地势、植被等构成成分复杂,以县城所在地的气象观测点的气象资料做计算分析有一定的局限性,分析结论的区域代表性还有待进一步细化。

## 基金项目

云南省高原特色农业气象服务体系建设项目“基层为农气象服务能力提升2018”;云南省气象局高原特色农业气象服务项目(Gy2016)。

## 参考文献

- [1] 安强,龙天谕,黄宁秋,等.三峡库区环境气候适宜性特征[J].湖泊科学,2012,24(2):238-243.
- [2] 马丽君,孙松年,李馥丽,等.陕西省旅游气候舒适度评价[J].资源科学,2007,29(6):40-44.
- [3] 王远飞,沈愈.上海市夏季温湿效应与人体舒适度[J].华东师范大学学报(自然科学版),1998(3):60-66.
- [4] 李雪铭,刘敬华.我国主要城市人居环境适宜居住的气候因子综合分析[J].经济地理,2003,23(5):656-660.
- [5] 孔帮杰,李军,黄敬峰.山地旅游气候舒适度的时空特征分析[J].气象科学,2007,27(3):342-348.
- [6] 刘春清,王静铮,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.
- [7] 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.
- [8] 唐少霞,毕华,赵志忠,等.基于国际旅游的城市人居环境分析[J].生态经济,2010,220(1):97-101.
- [9] 李陈,求煜英,李恒.城市人居环境气候适宜性评价[J].资源与人居环境,2012(10):59-61.
- [10] 刘之涛,沈镭,高天明,等.基于坐地关系的澜沧江流域人居环境评价[J].资源科学,2012,34(7):1192-1199.
- [11] 党冰,张博凯,李佳松,等.平凉市崆峒山旅游气候及人体舒适度特征分析[J].兰州大学学报(自然科学版),2012,84(2):75-79.
- [12] 魏伟,石培基,冯海春,等.基于内陆河流域人居环境适宜性评价[J].自然资源学报,2012,27(11):1941-1946.
- [13] 胡桂萍,李正泉,邓霞君.丽水市旅游气候舒适度分析[J].气象科技,2015,34(4):769-774.
- [14] 毕家顺.现代生活新概念——谈人体舒适度[R].纪念1999年“3·23”世界气象日,1999:22-23.
- [15] 张家诚.天气、气候与健康[R].纪念1999年世界气象日,1999:5-8.
- [16] 马友鑫,张克映,张一平.哀牢山北段光资源特征初步分析[J].山地研究,1992,10(3):161-166.
- [17] 张一平,马友鑫,刘玉洪.云南哀牢山常绿阔叶林林窗小气候特征[J].西北林业大学学报,2001,29(2):47-50.
- [18] 刘洋,张一平,刘玉洪,等.哀牢山北段地区气候特征及变化趋势[J].山地学报,2009,27(2):203-210.
- [19] 刘玉洪,张克映,马友鑫,等.哀牢山气温的时空分布特征[J].山地研究,1996,14(4):230-234.
- [20] 鲁永新,田侯明,杨海抒,等.云南省野生食用菌气候生境特征与评价[J].中国生态农业学报,2015,23(6):748-757.
- [21] 邢旭光,史文娟,张译丹,等.基于主成分分析法的西安市地下水资源承载力评价[J].水文,2013,33(2):35-38.
- [22] 鲁永新,姚光强,鲁敏,等.元谋县干热气候资源特征分析[J].水文,2019,39(4):68-73.
- [23] 吴秀芹,张洪岩,李瑞改,等. Arcgis 9 地理信息系统应用与实践[M].北京:清华大学出版社,2007:251-258.