

文章编号: 2096-1618(2025)03-0390-07

云南红河州山地康养及旅游气候资源特征浅析

杨若欧^{1,2}, 蒲秀姝^{1,2}, 刘自牧^{1,2}, 申绪鹏³

(1. 四川省气象局服务中心, 四川 成都 610072; 2. 高原与盆地暴雨旱涝灾害四川省重点实验室, 四川 成都 610072; 3. 云南省建水县气象局, 云南 建水 654300)

摘要: 鉴于云南省红河州在气候康养与旅游领域的科学研究较匮乏, 为增强红河州气象服务的专业性与实用性, 科学判定气候康养及旅游活动的最佳季节时段, 利用红河州红河、蒙自、弥勒、建水、泸西 1993–2022 年和元阳南沙订正延长的同期 30 年气象资料, 以上 6 站近 5 年的负氧离子资料, 运用气候学统计方法对红河州山地康养及旅游气候资源进行分析。得出以上地区年平均气温 $19.4\text{ }^{\circ}\text{C}$, 年平均总降水量为 867.7 mm , 年平均相对湿度 73% , 年平均风速 2.6 m/s , 年平均日照时数为 2062.6 h 。通过计算 6 站温湿指数 THI、风效指数 K、穿衣指数 ICL 和综合气候舒适度评价, 结合负氧离子分析和海拔高度, 结果表明: 以上地区一年四季均适宜康养和旅游, 且负氧离子丰富(年均值 $\geq 1913\text{ 个/cm}^3$)。其中红河、蒙自、建水康养及旅游的舒适期为 1–4 月、9–12 月, 弥勒、泸西、元阳为 3–11 月, 最佳时期为 3–4 月及 9–11 月。建议景区中红河可发展低山森林康养和旅游气候产业, 其余五地可发展高山森林康养和旅游气候产业。

关键词: 红河州; 中低纬山地; 气候特征; 负氧离子; 康养和旅游

中图分类号: P47; F719

文献标志码: A

doi: 10.16836/j.cnki.jcuit.2025.03.021

0 引言

不同的气候要素所形成的气候对人体会造成不同的生理影响, 各要素和环境相互关联将对人体产生一个综合影响^[1]。气候是开展康养及旅游活动的重要条件之一。气候康养是指利用特定区域的气候资源(气温、湿度、日照、风速、空气质量等)对人体的生理和心理健康予以积极的影响, 致力于实现预防疾病、促进健康恢复、增强身体机能和改善生活标准的目标^[2]。目前国内外对其研究和实践越来越多。Edward Ame^[3]通过数学模型研究户外人体舒适度与微气候之间的相互作用, 对舒适度指数进行等级划分。Smith^[4]依据气候数据将全球划分为多个适宜旅游的区域, 为选择旅游目的地提供重要的参考依据。在中国, 关于人体舒适度的研究始于 20 世纪 80 年代。钱妙芬等^[5]在综合考虑气压、温度、湿度和日照等因素的基础上, 提出一个定量评估气候宜人度的数学模型, 并建立气候宜人度的评价指标。孙广禄等^[6]综合气温、相对湿度、风速、云量等气象因子, 构建体感温度模型; 王远飞等^[7]综合上海市的风寒指数、温湿指数、气候特征和相关气象因子变化的系数, 建立气象舒适度计算模型。范正业等^[1]综合运用温湿指数和风效指数, 对中国海滨旅游地的气候适宜性进行综合测算。

随着人们生活水平的提高, 对旅游、旅游气象服务质量提出了更高的要求, 也促使气候康养及旅游气候的研究更加深化^[8–10]。中国学者对各地^[7,11–14]舒适指数、康养指数、气候康养特征进行分析, 对当地气象服务和旅游业的发展起到一定的推动作用, 并成为气象学界研究的热点^[15]之一。

学者对云南省山地森林康养^[16]、高原湖泊湿地舒适度^[17]、气候康养的价值转化^[18]等进行分析研究。但红河州还未见这方面系统的研究, 李刚等^[19]对红河州近年来负氧离子的分布特征进行分析, 发现其呈现南高北低, 夏秋高于冬春的分布趋势。虽然红河州南部负氧离子较丰富^[19], 但南部气温偏高(如河口年平均气温为 $23.1\text{ }^{\circ}\text{C}$, 6–7 月的月平均气温 $\geq 28\text{ }^{\circ}\text{C}$), 本文选择红河州有丰富自然和人文资源、有丰富负氧离子和植被、适宜人类活动的海拔高度及气候条件的中部(元阳、红河、蒙自)和北部(弥勒、建水、泸西)作为研究中低纬山地康养和旅游气候的代表点, 期望能为发展中低纬山地的气候康养和旅游提供借鉴和依据。

1 资料与研究方法

1.1 资料来源

本文资料来自红河州气象局, 包括红河、蒙自、建水、弥勒、泸西 5 个县气象站 1973–2022 年共 30 年的月平均气温、月降水量、月平均风速、月平均相对湿度

收稿日期: 2024-11-11

基金项目: 中国气象局气候资源经济转化重点开放实验室开放研究资助项目(2024009); 高原山地旅游装备与智能技术四川省文化和旅游厅重点实验室资助项目(24MTE303)

和月日照时数等气象要素的资料。其中元阳南沙站 1997–2022 年的气象资料,元阳梯田北边箐口自动气象站资料为 1993–1997 年。各站地理位置见图 1。



图 1 红河州地理位置分布图(绿色为 6 个代表性景点区域)

1.2 研究方法

运用差值法将元阳南沙气象站中温度、湿度、风速进行订正延长,利用比值法将降水量进行订正延长。计算出南沙站的 30 年的月平均气温、平均风速、平均相对湿度和降水量。分别利用温湿指数、风效指数、穿衣指数和综合舒适度指数、负氧离子数对 6 个代表性景点进行定量评价。对各景点各指数通过比较,得出红河州代表性景点最适宜康养和旅游的气候条件及其季节。

1.2.1 差值订正法

决定某一地区气候的关键要素包括太阳辐射、地表特性以及大气环流。对于特定地区而言,太阳辐射和地表特性的变化相对较小,而气象要素的年际变化主要受大气环流年际变化的影响。由于相同的大气环流模式能够影响广泛的区域,相近的观测站点往往会受到同一大气环流过程的影响。因此,相邻站点在同一时间的气象要素变化趋势通常是一致的。尽管这些气象要素的绝对值可能会有显著的年际变化,但它们之间的差异变化往往较小,接近一个恒定值。温度、湿度、气压和风速等气象要素均表现出这种差异的稳定性,这为订正延长气象数据提供依据^[20]。

差值订正公式为

$$\bar{y}_n - \bar{x}_n = \bar{y}'_N - \bar{x}'_N \text{ 或 } y'_n = x_n + D_n \quad (1)$$

气象资料订正后的要素值 \bar{y}_N 与实测的 \bar{y}_n 都接近于客观实际时,这种订正是适当的,称为符合于适当性标准的,在数理统计上,用均方差 s 来反应数列的离散程度,当 s 愈小,则离散程度小,平均值的精确度就愈高,如果

$$s(y_N) < s(y_n) \quad (2)$$

成立,则订正是适当的。

通过一系列运算,有不等式差值订正的适当的检验公式:

$$|\gamma(x, y)| > \frac{1}{2} \frac{s(x)}{s(y)} \quad (3)$$

1.2.2 比值订正法

在同一大气环流控制下的邻近测站,不是所有要素的差值都是稳定的,如降水量、积雪深度等要素。在邻近测站的气候要素变化可很大,但对应的比值却是稳定的^[20]。

比值订正公式为

$$\overline{y'_N} = k \overline{x'_N} \quad (4)$$

比值订正法的适当性检验的公式为

$$\gamma(x, y) > \frac{1}{2} \frac{\overline{y_n} s(x)}{\overline{x_n} s(y)} \quad (5)$$

1.2.3 各指数计算公式

在引用风效指数、温湿指数和穿衣指数的计算公式^[7,21–23]的基础上,文献[5]中关于综合舒适度指数的权重分配,对各个指数进行量化分析。

(1)风效指数:反映人体在不同风速条件下的冷暖感受。风效指数较低时,人体感受到的寒冷感增强;而风效指数较高时,人体感受到的热感增强。风效指数的极端值对旅游活动的影响显著。

$$K = -(10 v^{\frac{1}{2}} + 10.45 - v)(33 - t) + 8.55 s \quad (6)$$

式中: t 为环境温度 ($^{\circ}\text{C}$); v 为环境风速 ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$); s 为日照时数 (h/d)

(2)温湿指数:综合考量气温和湿度 2 个因素,用以表征人体在特定气象条件下与环境之间发生的热量交换过程。

$$\text{THI} = 1.8t - 0.55(1 - f)(1.8t - 26) + 32 \quad (7)$$

式中: t 为环境温度 ($^{\circ}\text{C}$); f 为相对湿度 (%)。

(3)穿衣指数:

$$\text{ICL} = \frac{33 - t}{0.155H} - \frac{H + a \cos \alpha}{H(0.62 + 19\sqrt{v})} \quad (8)$$

式中: t 为环境温度 ($^{\circ}\text{C}$), v 为环境风速 (m/s), H 代表人体代谢的 75%,

本文取轻活动量下的代谢率, $H = 87 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, a 表示人体对太阳辐射的吸收情况情况,对于黑衣料取 0.06 为最大值,本文取 0.06; R 表示垂直阳光 的单位面积土地所接收的太阳辐射, $R = (1385 \pm 7) \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, α 为太阳高度角,某纬度 φ 夏季: $\alpha = 90 - \varphi + 23^{\circ}26'$,冬季: $\alpha = 90 - \varphi - 23^{\circ}26'$,春秋季节: $\alpha = 90 - \varphi$;按中国所在时区,每年 3–5 月为春季,6–8 月为夏季,9–11 月秋季,12–2 月划分为本年的冬季。

(4)综合舒适度指数:

$$C = 0.6N_K + 0.3N_{\text{THI}} + 0.1N_{\text{ICL}} \quad (9)$$

式中: N_K 为风效指数赋值, N_{THI} 为温湿指数赋值, N_{ICL} 为

穿衣指数赋值。

2 红河州康养气候代表性景点概况

红河哈尼族彝族自治州(简称红河州),位处云南省东南部,范围为 $101^{\circ}47'E\sim 104^{\circ}16'E$, $22^{\circ}26'N\sim 24^{\circ}45'N$ 。该区域东西向最大宽度为254.2 km,南北向最大长度为221 km,总面积为32931 km²。红河州地理区位独特,地形复杂多变,全境被北回归线横穿,且享有

红河这一国际河流的全域流经。

红河州位于滇南的中低纬度高原季风气候区,气候类型呈现明显地域性差异:南部地区主要为热带和亚热带季风气候,中部地区属于中亚热带气候,北部地区则为北亚热带季风气候。该地区光热资源丰富,降水量充足,季节性干湿分明且雨热同期,冬季温和无严寒,夏季凉爽无酷暑,年温差较小而日温差较大。此外,红河州负氧离子浓度丰富,年均浓度多在2000个/cm³或以上。其气象要素资料见表1。

表1 代表站气象要素30年平均值

测站	气温/℃	年总降水量/mm	日照/h	相对湿度/%	风速/(m/s)	负氧离子/(个/cm ³)	海拔/m
红河	20.9	836.1	2037.1	73	3.0	>2000	974.5
元阳	23.3	944.7	1749.7	74	2.9	2000	1400
蒙自	19.4	825.8	2175.1	71	2.6	>2000	1314.9
建水	19.3	808.5	2283.7	71	2.6	>2000	1310.8
弥勒	17.9	912.8	2058.2	73	2.4	>2000	1415.5
泸西	15.6	878.0	2071.8	76	2.6	>2000	1704.3

注:负氧离子从2020年开始观测

根据表1资料,结合代表性景点的景观分析如下:
红河30年年均气温为20.9℃,年均年总降水量为836.1 mm,年平均相对湿度在73%,年均风速为3.0 m/s,年均总日照时数为2037.1 h。年均负氧离子均>2000个/cm³,平均海拔高度约974.5 m。当地少数民族人口占全县的94%,有世界独一的哈尼奕车文化、中国最美六大乡村古镇—大羊街、第一批非物质文化遗产的“哈尼族多声部”合唱和“乐作舞”,同时还有宝华萨玛坝万亩梯田。

元阳30年年均气温为23.3℃,年均年总降水量为944.7 mm,年均相对湿度在74%,年均风速为2.9 m/s,年均总日照时数为1749.7 h。年均负氧离子近2000个/cm³,平均海拔高度约1400 m。主要景观为17万亩的梯田,境内层峦叠嶂、沟壑纵横,梯田在森林的掩映中,在漫漫云海的覆盖下,不同季节构成了神奇绚丽的景象。

蒙自30年年均气温为19.4℃,年均年总降水量为825.8 mm,年均相对湿度在71%,年均风速为2.6 m/s,年均总日照时数为2175.1 h,年均负氧离子均>2000个/cm³,平均海拔约1314.9 m。当地的红河州博物馆有文物藏品8089余件,为国家二级博物馆,蒙自南湖建于明代,美味的云南米线来源于蒙自。

建水30年年均气温为19.3℃,年均年总降水量为808.5 mm,年均相对湿度在71%,年均风速为2.6 m/s,年均总日照时数为2283.7 h,年均负氧离子均>2000个/cm³,平均海拔约1310.8 m。是极富中原色彩的边陲古镇,国家级重点风景名胜区(文庙、双龙

桥、吐司府署、燕子洞等)。

弥勒30年年均气温为17.9℃,年均年总降水量为912.8 mm,年均相对湿度在73%,年均风速为2.4 m/s,年均总日照时数为2058.2 h。年均负氧离子均>2000个/cm³,平均海拔约1415.5 m。弥勒称为昆明人的后花园,现已成为一个现代化的休闲、娱乐胜地。

泸西30年年均气温为15.6℃,年均年总降水量为878.0 mm,年均相对湿度在76%,年均风速为2.6 m/s,年均总日照时数为2071.8 h。年均负氧离子均>2000个/cm³,平均海拔约1704.3 m。泸西的阿庐古洞—誉称“云南第一洞”,史上的地理学家、文学家均在这里留下了千古的美文。

综合以上分析可以得出:30年代表性景点气温在15.6℃~23.3℃,平均为19.4℃;年均年总降水量在808.5~944.7 mm,平均为867.7 mm;年均相对湿度在71%~76%,平均为73%;年均总日照时数在1749.7~2175.1 h,平均为2062.6 h;年均风速在2.4~3.0 m/s,平均为2.6 m/s。海拔除红河为974.5 m外,其余测点均在1300~1700 m。

3 红河州代表性景点各种指数分析

3.1 各指数分级表

根据文献[7,21-23],温湿指数、风效指数、穿衣指数及综合舒适度各指数分级如表2、3所示。

表 2 各指数分级

温湿指数 (THI)		风效指数 (K)		穿衣指数 (ICL)		赋值 <i>N</i>
范围	感觉程度	范围	感觉程度	范围	适宜衣着	
<40	极冷极不舒服	<-1200	酷冷	>2.5	羽绒服或毛皮衣	4
40 ~ 45	寒冷,不舒服	-1000 ~ -1200	冷	1.8~2.5	便服加坚实外套	3
45 ~ 55	偏冷,较不舒服	-800 ~ -1000	冷凉	1.5 ~ 1.8	传统冬季常用服	2
55 ~ 60	清凉,舒适	-600 ~ -800	凉	1.3 ~ 1.5	春秋常用便服	1
60 ~ 65	凉,非常舒适	-300 ~ -600	舒适	0.7 ~ 1.3	衬衫和常用便服	0
65 ~ 70	暖,舒适	-200 ~ -300	暖	0.5 ~ 0.7	轻便的夏装	1
70 ~ 75	偏热,较舒适	-50 ~ -200	暖热	0.3 ~ 0.5	短袖开领衫	2
75 ~ 80	闷热,不舒服	50 ~ -50	热($t<32.8^{\circ}\text{C}$)	0.1 ~ 0.3	带单衣	3
>80	极闷热极不舒服	>50	炎热($t>32.8^{\circ}\text{C}$)	<0.1	超短裙	4

表 3 综合舒适度指数 (*C*)

范围	感觉程度
<-1.5	不适宜
-1.5 ~ -1.0	较不适宜
-1.0 ~ -0.5	较适宜
-0.5 ~ -0.2	适宜
-0.2 ~ 0	最适宜

3.2 温湿指数

各地各月的温湿指数见表 4。由表 4 可得出,红河温湿指数分布为 56 ~ 74,全年均为非常舒适到较舒适;元阳温湿指数分布为 50 ~ 68,除 12 月、1 月和 2

月较不舒适外,其余月份为非常舒适到较舒适;蒙自除 1 月略感较不舒适外,其余月份为非常舒适到较舒适;建水除 12 月、1 月略感较不舒适外,其余月份为非常舒适到较舒适;弥勒除 12 月、1 月、2 月略感较不舒适外,其余月份为非常舒适到舒适;泸西除 11 月、12 月、1 月、2 月略感较不舒适外,其余月份为非常舒适到舒适。

分析得出,温湿指数的人体感觉非常舒适到较舒适时间主要出现在 3-11 月。

3.3 风效指数

各站各月的风效指数见表 5。

表 4 红河州各站各月温湿指数

测站	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
红河	56	59	65	70	73	74	74	73	72	68	62	57
元阳	50	53	59	64	67	68	68	68	66	61	56	51
蒙自	54	58	63	67	70	71	71	70	68	65	59	55
建水	54	58	63	67	70	71	71	71	68	64	59	54
弥勒	50	54	60	65	69	70	70	69	67	63	57	51
泸西	47	50	56	62	65	67	67	66	64	59	53	48

表 5 红河州各站各月风效指数

测站	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
红河	-474	-418	-312	-207	-157	-152	-163	-158	-186	-258	-344	-429
元阳	-534	-496	-394	-318	-281	-276	-273	-255	-281	-341	-418	-501
蒙自	-473	-421	-331	-247	-208	-196	-196	-190	-219	-286	-362	-443
建水	-446	-394	-308	-233	-195	-187	-186	-182	-213	-280	-351	-428
弥勒	-502	-457	-365	-271	-219	-207	-204	-198	-230	-299	-385	-473
泸西	-571	-530	-432	-334	-279	-260	-247	-248	-286	-360	-448	-536

由表 5 分析可得出,红河人体感觉舒适月为 11 月到次年 3 月;元阳人体感觉舒适月为 10 月到次年 4 月;蒙自人体感觉舒适月为 11 月到次年 3 月;建水人体感觉舒适月为 11 月到次年 3 月;弥勒人体感觉舒适月为 11 月到次年 3 月;泸西人体感觉舒适月为 10 月到次年 4 月。

分析得出风效指数的人体感觉舒适月主要出现在冬季的 11 月到次年的 3 月。

3.4 穿衣指数

各地各月的穿衣指数见表 6。

表6 红河州各站各月穿衣指数

测站	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
红河	1.4	1.2	1.0	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.9	1.2	1.4
元阳	1.7	1.5	1.3	1.0	1.0	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6
蒙自	1.5	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5
建水	1.5	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5
弥勒	1.7	1.5	1.2	1.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.1	1.4	1.7
泸西	1.9	1.7	1.4	1.2	1.0	0.9	0.9	1.0	1.1	1.3	1.6	1.9

由表6分析可知,红河12月和1月需着春秋常用便服,2-4月和10月为衬衫和常用便服,5-9月为轻便的夏装;元阳12月和1月需传统冬季常用服,2月和11月为春秋常用便服,3-10月需着衬衫和常用便服;蒙自12月和1月需春秋常用便服,2-5月和8-11月为衬衫和常用便服,6-7月着轻便的夏装;建水12月和1月为春秋常用便服,2-5月和8-11月着衬衫和常用便服,6-7月为轻便的夏装;弥勒12月和1月需

着传统冬季常用便服,2月和11月为春秋常用便服,3-10月为衬衫和常用便服;泸西12月和1月需着便服加坚实外套,2月和11月为传统冬季常用服,3月为春秋常用便服,4-10月衬衫和常用便服。

3.5 综合舒适度指数

各地各月的综合舒适度指数见表7。

表7 红河州各站各月综合舒适度指数

测站	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
红河	-0.7	-0.3	0	-0.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.6	-0.9	-0.3	-0.4
元阳	-0.8	-0.4	-0.3	-0.3	-0.6	-1.2	-0.9	-0.9	-0.6	0	-0.4	-0.8
蒙自	-0.7	-0.4	0	-0.9	-1.2	-1.8	-1.8	-1.8	-0.9	-0.6	-0.3	-0.7
建水	-0.7	-0.7	0	-0.9	-1.5	-1.9	-1.8	-1.5	-0.9	-0.6	-0.3	-0.7
弥勒	-0.8	-0.8	-0.3	-0.6	-0.9	-0.9	-0.9	-1.5	-0.6	-0.9	-0.7	-0.8
泸西	-0.9	-0.8	-0.4	0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	0	-0.5	-0.9

由表7分析可得出,红河综合舒适度指数在-1.9~0,2-3月、11-12月为人体感觉最“适宜”,1月、4月和10月人体感觉“较适宜”,6月-9月可安排旅游,需注意防晒防中暑;元阳综合舒适度指数-1.2~0,10月为人体感觉最舒适月,2-4月和11月为人体感觉适宜,1月、5月、7-9月和12月人体感觉“较适宜”,6月人体感觉“较不适宜”;蒙自综合指数-1.8~0,3月为人体感觉最适宜,2月和11月人体感觉“适宜”,1月、4月、9-10月和12月为人体感觉较适宜,5月较不适宜,6-8月不适宜;建水综合舒适度指数-1.9~0,3月为人体感觉最适宜月,11月为人体感觉适宜,1月、2月、4-10月和12月人体感觉“较适宜”,5月和8月较不适宜,6-7月“不适宜”;弥勒3月为人体感觉“适宜”,1月、2月、4-7月、9-12月均为人体感觉“较适宜”,8月为不适宜;泸西综合舒适度指数-0.9~0,4月和10月为人体感觉最适宜,3月和11月为人体感觉适宜,其他月份人体感觉均为“较适宜”。

综上分析得出:红河、蒙自、建水康养及旅游的舒适期为1-4月、9-12月,5-8月要防暑。弥勒、泸西、元阳康养及旅游的舒适期为3-11月,在冬季应注意保暖。

4 红河州代表性景点负氧离子分析

4.1 各景点负氧离子的年内变化

各景点年内各月的负氧离子浓度均 ≥ 1482 个/cm³,但绝大多数月份 >2000 个/cm³。

从图2可看出:弥勒、泸西、建水、红河各月负氧离子均 >2000 个/cm³,而除元阳1-4月、11-12月和蒙自1-4月外,其余月的负氧离子也是 >2000 个/cm³,即代表性景点负氧离子丰富,适宜康养和旅游,特别是泸西的8-10月,弥勒的1-5月、元阳9-10月、建水的5-7月及12月。

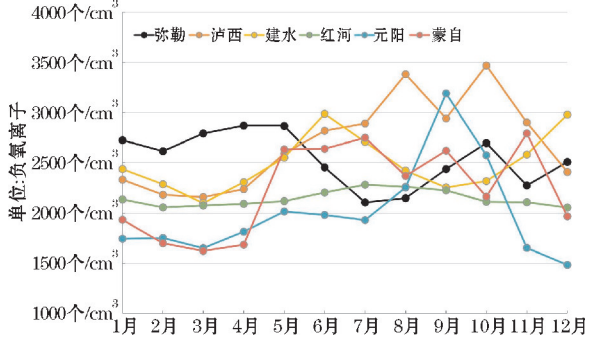


图2 代表景点负氧离子年内变化

4.2 各景点负氧离子近五年平均值变化

从图3得出,景点负氧离子年均值在1913个/cm³及以上,且有4个景点是呈缓慢上升趋势,说明以上代表性景点的负氧离子总体是在向有利于人们康养和旅游方向发展。

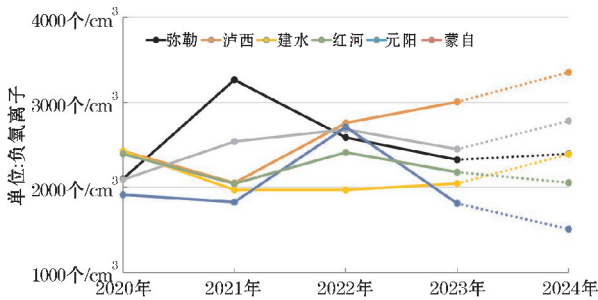


图3 代表景点负氧离子年均值变化

5 结论

选择中低纬山地红河州6个测站的气象要素和负氧离子的观测资料,应用气候统计学方法,计算分析红河州代表性景点的气象要素、温湿指数、风效指数、穿衣指数、综合舒适指数、负氧离子数并结合海拔高度。得出其康养及旅游气候特征为:

(1)30年代表性景点年平均气温在15.6℃~23.3℃,平均为19.4℃;年总降水量在808.5~944.7mm,平均为867.7mm;年平均相对湿度在71%~76%,平均为73%;年总日照时数在1749.7~2175.1h,平均为2062.6h;年平均风速在2.4~3.0m/s,平均为2.6m/s。海拔除红河为974.5m外,其余测点均在1300~1700m。代表景点的气候特点为:光热资源充足、降水充沛,干湿分明、雨热同期,年温差小、日温差大。

(2)在元阳运用差值订正法和比值订正法来订正延长气象资料是可行的,并通过适当性检验。

(3)景区的负氧离子丰富。年均的负氧离子浓度为1913~2758个/cm³,且有4个景点是随年份有缓慢增长的趋势。在一年中弥勒、泸西、建水、红河各月及元阳5-10月,蒙自5-12月的负氧离子均为>2000个/cm³。

(4)景区一年均可进行康养及旅游。其中红河、蒙自、建水康养及旅游的舒适期为1-4月、9-12月;弥勒、泸西、元阳为3-11月;景区康养及旅游的最佳舒适期为3-4月、9-11月。建议景区中红河可发展低山森林康养气候产业,而其余五地可发展高山森林康养气候产业。

参考文献:

[1] 范业正,郭来喜.中国海滨旅游地气候适宜性评价[J].自然资源学报,1998,13(4):103-114.

[2] 苏伟.“气候康养”大有可为[J].民生周刊,2024(2):68-69.

[3] Edward Ame. Universal scale of apparent temperature[J]. Climate Applied Meteor. 1984,23(12):167-187.

[4] Smith K. The Influence of Weather and Climate on Recreation and Tourism[J]. 1993,34:126-134.

[5] 钱妙芬,叶梅.旅游气候宜人度评价方法研究[J].成都气象学院学报,1996,(4):33-34.

[6] 孙广禄,王晓云,章新平.京津冀地区人体舒适度的时空特征[J].气象与环境学报,2011,27(3):18-23.

[7] 王远飞,沈愈.上海市夏季温湿效应与人体舒适度[J].华东师范大学报,1998,(3):60-66.

[8] 朱真梅,黄萍,范晓青,等.四川省康养旅游气候旅居度评价研究[J].成都信息工程大学学报,2024,39(2):240-245.

[9] 雷应朝,胡孟然,龙怀聪,等.攀枝花地区气候康养资源优势及其对呼吸系统疾病影响研究[J].成都信息工程大学学报,2024,39(2):223-232.

[10] 郭洁,姜艳,胡毅,等.四川省旅游气候资源分析及区划[J].长江流域资源与环境,2008(3):390-395.

[11] 党冰,张博凯.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,2012(11):22-25.

[12] 郑自君,袁东升,房鹏,等.攀西地区森林康养指数综合分析[J].气象科技,2021,49(5):815-822.

[13] 肖藜芸,殷娴,邓意学.基于气候舒适度的云南旅游气候资源评价[J].生态经济,2016,32(11):147-152.

[14] 林颖仪,王式功,马盼,等.基于气候季节划分的海南岛气候康养特征探析[J].成都信息工程大学学报,2021,36(6):705-710.

[15] 吴普,席建超.中国旅游气候学研究综述[J].地理科学进展,2010(2):131-137.

[16] 刘绍雄.云南山地森林康养产业发展策略研究[J].林业经济问题,2018,38(5):43-47.

[17] 吴映梅.云南高地湖泊湿地生态旅游气候舒适度分析与评价[J].生态经济,2019,35(12):

150–155.

[18] 朱真梅,黄萍,范晓青,等. 气象康养资源评价助力生态价值转化[J]. 气象科技进展,2024,14(4):22–25.

[19] 李刚,赵林苑,赵盛彬,等. 红河州负氧离子时空分布特征及影响因素分析[J]. 云南气象,2024,44(10).

[20] 王树廷,王伯民. 气象资料的整理和统计方法[M]. 北京:气象出版社,1984.

[21] 胡毅,朱克云. 成都及附近地区旅游气候资源及研究[J]. 成都气象学院学报. 2001(2):14–16.

[22] 曹伟宏. 云南丽江旅游气候舒适度分析[J]. 冰川冻土,2012,(1):201–206.

[23] 李京平,胡毅. 丽江地区旅游气候资源研究[J]. 成都气象学院学报,2001,(3):33–36.

Analysis of the Characteristics of Health and Tourism Climate Resources in the Mountainous Areas of Yunnan Honghe Prefecture

YANG Ruouou^{1,2}, PU Xiushu^{1,2}, LIU Zimu^{1,2}, SHEN Xupeng³

(1. Sichuan Provincial Meteorological Service Center, Chengdu 610072, China; 2. Sichuan Key Laboratory of Plateau and Basin Heavy Rain and Drought Disasters, Chengdu 610072, China; 3. Jianshui County Meteorological Bureau, Jianshui 654300, China)

Abstract: Given the lack in the fields of climate-based health and tourism in Honghe Prefecture, Yunnan Province, this study aims to enhance the professionalism and practicality of meteorological services in Honghe Prefecture. It also seeks to scientifically determine the optimal seasons and periods for climate-based health and tourism activities. This paper utilizes the meteorological data of the five stations in Honghe Prefecture, namely Honghe, Mengzi, Mile, Jianshui, and Luoxi, from 1993 to 2022, as well as the corrected and extended data of Nansha in Yuanyang for the same 30-year period. The data on negative oxygen ions from the past five years at these six stations has been utilized to analyze the climate resources in Honghe Prefecture related to healthcare and tourism, employing climatological statistical methods. The results reveal that the regions in question exhibit an annual mean temperature of 19.4 °C, with a total annual precipitation averaging 867.7 mm. Additionally, the average annual relative humidity is recorded at 73%, the mean annual wind velocity is 2.6 m/s, and the average annual sunshine duration is 2062.6 h. Through the calculation of the Temperature-Humidity Index (THI), Wind Efficiency Index (K), Clothing Index (ICL), and climate comfort evaluation from six stations, in conjunction with the analysis of negative oxygen ions and altitude, the analytical results demonstrate the suitability of these regions for healthcare and tourism throughout the year, with abundant negative oxygen ions (annual average value $\geq 1913 \text{ p/cm}^3$). The months of January to April and September to December have been identified as the most comfortable periods for healthcare and tourism in Honghe, Mengzi, and Jianshui. In contrast, Mile, Luoxi, and Yuanyang experience optimal conditions for healthcare and tourism from March to November, with particularly favorable periods occurring from March to April and from September to November. It is recommended that Honghe focuses on the development of low-mountain forest healthcare and tourism climate industries, while the other five areas should prioritize the development of high-mountain forest healthcare and tourism climate industries.

Keywords: Honghe Prefecture; middle and low latitude mountains; climatic characteristics; negative oxygen ion; health and tourism