

春城昆明旅游气候环境舒适度评价研究

解明恩^{1*}, 肖藜芸^{2#}, 殷 娴², 彭启洋¹, 赵 刚²

¹云南省气象服务中心, 云南 昆明

²云南省气象灾害防御技术中心, 云南 昆明

收稿日期: 2023年8月22日; 录用日期: 2023年10月11日; 发布日期: 2023年10月20日

摘 要

旅游气候环境舒适度是将气候条件作用于人体感官形成的感知评价, 进而影响旅游者和居住者的活动。本文基于昆明气象站观测数据, 计算了昆明6种旅游气候环境舒适度指数并对其月际变化特征进行了分析, 结果表明: (1) 昆明人居环境舒适度为舒适 - 偏冷型, 全年舒适天数达178.5 d, 占全年的48.9%, 人居环境舒适度优良; (2) 昆明风寒指数以凉爽 - 清凉型为主, 合计349.5 d, 占全年的95.8%, 风寒指数优越; (3) 昆明人体舒适度气象指数以舒适 - 偏凉型为主, 合计262.4 d, 占全年的71.9%, 人体舒适度优良; (4) 昆明度假气候指数以适宜为主, 适宜及以上等级天气累计320.1 d, 占全年的87.7%, 度假气候指数优越; (5) 昆明旅游气候指数以1~5级舒适天气为主, 合计333.3 d, 占全年的91.3%, 旅游气候指数优越。 (6) 昆明气候舒适度及适宜度强, 舒适期长, 季节变化明显。

关键词

人体舒适度, 温湿指数, 风效指数, 风寒指数, 度假气候指数, 旅游气候指数

Evaluation Research on the Tourism Climatic Environment Comfort in Spring City Kunming

Ming'en Xie^{1*}, Liyun Xiao^{2#}, Xian Yin², Qiyang Peng¹, Gang Zhao²

¹Yunnan Meteorological Service Center, Kunming Yunnan

²Yunnan Meteorological Disaster Prevention Technology Center, Kunming Yunnan

Received: Aug. 22nd, 2023; accepted: Oct. 11th, 2023; published: Oct. 20th, 2023

*第一作者。

#通信作者。

文章引用: 解明恩, 肖藜芸, 殷娴, 彭启洋, 赵刚. 春城昆明旅游气候环境舒适度评价研究[J]. 地理科学研究, 2023, 12(5): 645-654. DOI: 10.12677/gser.2023.125060

Abstract

Tourism climatic environment comfort is the perception evaluation formed by the action of climate conditions on human senses, and then affects the activities of tourists and residents. Based on the observation data of Kunming weather station, this paper calculates 6 kinds of tourism climatic and environment comfort indexes in Kunming and analyzes their monthly variation characteristics. The results show that: (1) the comfort level of human living environment in Kunming is cozy-cold type, the number of comfortable days in the whole year is 178.5 d, accounting for 48.9% of the whole year, and the comfort level of human living environment is excellent; (2) The wind chill index in Kunming was mainly cool-refreshing type, with a total of 349.5 d, accounting for 95.8% of the whole year, and the wind chill index was superior; (3) The meteorological index of human comfort in Kunming is mainly comfort-cool type, with a total of 262.4 d, accounting for 71.9% of the whole year, and the human comfort is excellent; (4) The holiday climate index of Kunming is mainly suitable, and the weather of suitable and above grade has accumulated 320.1 days, accounting for 87.7% of the whole year, and the holiday climate index is superior; (5) The tourism climate index of Kunming is dominated by 1-5 comfortable weather, with a total of 333.3 d, accounting for 91.3% of the whole year, and the tourism climate index is superior. (6) Kunming has strong climate comfort and suitability, long comfort periods and obvious seasonal changes.

Keywords

Body Comfort, Temperature Humidity Index, Wind Efficiency Index, Wind Chill Index, Holiday Climate Index, Tourism Climate Index

Copyright © 2023 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

气候是影响人类活动和人居环境的重要因素,评价生态宜居和旅游体验的主要指标是舒适度,是以人类机体与近地层大气热交换原理为基础,从气象的角度评价人类在不同气候条件下舒适程度的生物学气象指标[1][2]。气候舒适度在一定程度上也决定了游客对旅游地的满意程度。舒适的气候,可让游客在旅游地以良好的生理和心理状态欣赏景色;相反,旅游地气候不适宜,即使再漂亮的风景也会大打折扣[3][4]。气候舒适度是指人们无需借助任何消寒、避暑措施就能保证生理过程正常进行的气候条件。气候是否宜人,是根据一定条件下皮肤的温度、出汗量、热感和人体调节机能所承受的负荷来确定的,主要受太阳辐射、气温、相对湿度、风力等因素的影响[5]。国内外学者对气候舒适度进行了相关研究,提出了许多评价指标并进行了实际应用研究[6][7][8][9][10]。

昆明是中国历史文化名城、世界著名春城,是国内外嘉宾和游客向往的避暑避寒旅游目的地。有关云南及昆明气候资源的完整性、独特性、舒适性、适宜性等,作者从不同侧面进行了相关研究,得出了低纬高原地区城市气候具有的共性特征及差异[11]-[16]。虽然前人曾利用相关评价指标对春城昆明的气候舒适性进行过评价[17][18],但因评价方法不统一、指标单一,评价结果的准确性和权威性难免会受到一些质疑。利用多种评价模型和指标,对昆明气候环境舒适度及适宜性进行综合性评价,目前尚无人进行过研究。本文引入目前国内外流行的气候舒适度指数评价模型及指标,以昆明最近30年气候资料为实例,分析了各气候舒适度指数的评价结果及月际演变规律,以期为中国低纬高原旅游目的地气候舒适度评估

提供科学依据和参考借鉴。

2. 数据来源与研究方法

2.1. 数据来源

本文数据资料来源于昆明国家基准气候站(简称昆明气象站)。该站始建于1950年8月,现址地理坐标102°39'11"E, 25°00'28"N,海拔高度1888.1 m,位于昆明滇池草海生态园内,观测环境优越,资料具有连续性和代表性。根据气候评价的技术规定,取最近30年(1991~2020年)逐日资料作为多年气候平均态进行研究,气象要素主要涉及气温、相对湿度、雨量、日照时数、风速、云量等。

2.2. 研究方法

除反映气候特征的常规气象要素外,本文选用6种气象指数来表征昆明的旅游气候环境舒适度,分别是温湿指数(THI)、风效指数(WEI)、风寒指数(WCI)、人体舒适度气象指数(BCMI)、度假气候指数(HCI)、旅游气候指数(TCI),其简要计算方法及释用意义如下:

(1) 温湿指数

温湿指数(Temperature Humidity Index, THI)是衡量大气温湿状况对人体影响的生物学气象指标,用来表征室外大气环境的湿热条件对人体承受的热负荷影响。根据《人居环境气候舒适度评价标准》(GB/T27963-2011),温湿指数的计算公式如下:

$$TCI = T - 0.55 \times (1 - RH) \times (T - 14.4) \quad (1)$$

式中 TCI 为温湿指数(保留一位小数); T 为某一评价时段平均温度(°C); RH 为某一评价时段平均空气相对湿度(%)。

(2) 风效指数

风效指数(Wind Efficiency Index, WEI)反映人体体表与周围环境之间的热交换,即体表单位面积的热交换量率(正值为吸热,负值为散热),既考虑了体表的散热,又考虑了太阳照射后人体的增热。按照《人居环境气候舒适度评价标准》,风效指数计算公式如下:

$$WEI = -\left(10 \times \sqrt{V} + 10.45 - V\right) \times (33 - T) + 8.55 \times S \quad (2)$$

式中 WEI 为风效指数(取整数); V 为某一评价时段平均风速(m/s); T 为某一评价时段平均温度(°C), S 为某一评价时段平均日照时数(h/d)。

(3) 人居环境舒适度等级

温湿指数考虑了温度和湿度对人体舒适性的影响,而风效指数则反映了风速、温度、日照对人体机能的作用。一般而言,当气温较高时,高湿会加剧人体对热的感觉(湿热效应);当气温较低时,刮风会使人体倍觉寒冷(风寒效应)。因此《人居环境气候舒适度评价标准》中,采用温湿指数和风效指数来评价气候环境的舒适度。当两种指数的表征不一致或差异大时,冬半年宜使用风效指数,夏半年宜使用温湿指数;当评价时段平均风速大于3 m/s时,宜使用风效指数。大气人居环境舒适度共划分为5个等级(寒冷、冷、舒适、热、闷热),其取值范围和表征意义见表1。

Table 1. Physiological climate grading standards of temperature and humidity index and wind efficiency index

表 1. 温湿指数与风效指数的生理气候分级标准

等级	感觉程度	温湿指数(THI)	风效指数(WEI)	健康人群感觉的描述
1	寒冷	<14.0	<-400	感觉很冷,不舒服
2	冷	14.0~16.9	-400~-300	偏冷,较不舒服

Continued

3	舒适	17.0~25.4	-299~-100	感觉舒适
4	热	25.5~27.5	-99~-10	有热感, 较不舒服
5	闷热	>27.5	>-10	闷热难受, 不舒服

(4) 风寒指数

风寒指数(Wind Chill Index, WCI)用于衡量人体对室外寒冷环境的适应性, 可表征室外寒冷大气环境对裸露人体的影响程度, 其计算公式为:

$$WCI = (10.9 \times \sqrt{V} + 9.0 - V) \times (33 - T) \quad (3)$$

式中 WCI 为风寒指数, T 为气温($^{\circ}\text{C}$), V 为风速(m/s)。风寒指数(WCI)值与人体感觉的相互对应关系见表 2。

Table 2. Human sensation corresponding to wind chill index (WCI) value

表 2. 风寒指数(WCI)值对应的人体感觉

WCI (等级)	≤ -160 1 级	-159~-80 2 级	-79~50 3 级	51~200 4 级	201~300 5 级	301~600 6 级	601~800 7 级	801~1000 8 级	>1000 9 级
感觉 程度	极闷热 极不舒服	闷热 不舒服	偏热 较不舒服	温暖 舒适	凉爽 最舒适	清凉 舒适	偏冷 较不舒服	寒冷 不舒服	极冷 极不舒服

(5) 人体舒适度气象指数

人体舒适度气象指数(Body Comfort Meteorological Index, BCMI)是反映人类机体与大气环境之间进行热交换的综合性生物气象学指标, 用以评价不同气候条件下人体的舒适感。其计算公式为:

$$BCMI = (1.8 \times T + 32) - 0.55 \times (1 - RH) \times (1.8 \times T - 26) - 3.2 \times \sqrt{V} \quad (4)$$

式中 $BCMI$ 为人体舒适度气象指数, T 为气温($^{\circ}\text{C}$), RH 为相对湿度(%), V 为风速(m/s)。 $BCMI$ 值对应的人体舒适感分类等级见表 3。

Table 3. The body comfort meteorological index and classification of human feeling degree

表 3. 人体舒适度气象指数与人体感觉程度的分级

等级	指数范围	人体感觉程度
10	$BCMI \geq 90$	酷热, 很不舒适
9	$86 \leq BCMI < 90$	暑热, 不舒服
8	$80 \leq BCMI < 86$	炎热, 大部分人不舒服
7	$76 \leq BCMI < 80$	闷热, 少部分人不舒服
6	$71 \leq BCMI < 76$	偏热, 大部分人舒适
5	$59 \leq BCMI < 71$	适中, 最为舒适
4	$51 \leq BCMI < 59$	偏凉, 大部分人舒适
3	$39 \leq BCMI < 51$	清凉, 少部分人不舒服
2	$26 \leq BCMI < 39$	较冷, 大部分人不舒服
1	$BCMI < 26$	寒冷, 很不舒适

$BCMI$ 等级 4~6 级总天数大于 165 d (全年的 45%) 的地区, 为一类气候适宜区; 151~165 d 的地区为二类气候适宜区; 少于 151 d 的地区为三类气候适宜区。

(6) 度假气候指数

度假气候指数(Holiday Climate Index, HCI)是综合考虑了多种气象因子(温度、湿度、降水、云量、风

速)对旅游者出行及游览心态影响的一个气象指数。其计算公式为:

$$T = T_{\max} - 0.55 \times (1 - RH) \times (T_{\max} - 14.4)$$

$$HCI = 4 \times T + 2 \times A + 3 \times R + W \quad (5)$$

式中 T_{\max} 为日最高气温($^{\circ}\text{C}$)、 RH 为日平均相对湿度(%）、 T 为有效温度指数、 A 为天空云覆盖率指数、 R 为降水指数、 W 为风速指数, 各指数评判计分标准按相关技术规定执行(略)。HCI 指数按百分制来评价区域气候的旅游适宜程度, 适宜度评级分类见表 4。

Table 4. The suitability classification of holidayclimate index (HCI)

表 4. 度假气候指数(HCI)适宜度评级分类

HCI	90~100	80~89	70~79	60~69	50~59	40~49	30~39	20~29	≤19
级别	1级 理想状况	2级 特别适宜	3级 很适宜	4级 适宜	5级 可以接受	6级 一般	7级 不适宜	8级 很不适宜	9级 特别不适宜

(7) 旅游气候指数

旅游气候指数(Tourism Climate Index, TCI)是衡量某一地区旅游气候环境的舒适度。其计算公式为:

$$TCI = 2 \times (4 \times CID + CIA + 2 \times R + 2 \times S + W) \quad (6)$$

式中 CID 代表正午热舒适度指数, 包含最高气温和最小相对湿度两个变量; CIA 代表平均热舒适度指数, 包含平均气温和平均相对湿度两个变量; R 为日降水量分值、 S 为日照时数分值、 W 为日平均风速分值。 CID 与 CIA 的计算公式为:

$$CI = T - 0.55 \times (1 - RH) \times (T - 14.4) \quad (7)$$

旅游气候指数变量赋分方案按相关技术规定执行(略)。当日最高气温低于 15°C 且日平均风速大于 8 km/h 时, 采用风寒指数 I_k 代替日平均风速进行赋分。旅游气候指数 TCI 分级情况见表 5。

$$I_k = (12.1452 + 11.6222\sqrt{V} - 1.1622 \times V) \times (33 - T) \quad (8)$$

Table 5. The classification of the tourism climate index (TCI)

表 5. 旅游气候指数(TCI)的分级

TCI	90~100	80~89	70~79	60~69	50~59	40~49	30~39	20~29	10~19	≤9
级别	1级 特别舒适	2级 非常 舒适	3级 很舒适	4级 舒适	5级 较舒适	6级 一般舒适	7级 不舒适	8级 不太 舒适	9级 非常 不舒适	10级 极度 不舒适

3. 结果分析

3.1. 人居环境舒适度

温湿指数和风效指数分析发现, 30 年平均气候状况下, 昆明全年天气中寒冷、冷、舒适、热、闷热 5 种类型日数分别为 96.8、89.5、178.6、0.1、0.0 d, 分别占全年总天数的 26.5%、24.5%、48.9%、0.1%、0.0%。表明昆明气候总体表现为舒适 - 偏冷型, 无热和闷热天气。

昆明人居环境舒适度月际变化如图 1 所示。寒冷日数除夏季(6~8 月)外, 全年均有出现, 冬季较多。1 月 26.5 d、12 月 23.2 d、2 月 18.0 d, 冬季合计 67.7 d, 占冬季总天数的 75.2%; 冷日数全年所有月份均可出现, 主要出现在 3 月、10 月、11 月, 均大于 14 d; 舒适日数除 1 月外, 全年均有出现, 5~9 月每月均大于 24 d, 夏季(6~8 月)月均 29.6 d; 热日数只在 6 月出现且仅为 0.1 d; 闷热日数全年不出现。昆明全

年舒适日数达 178.6 d, 占全年的 48.9%, 夏季舒适日数最多。舒适日数主要出现在 4~10 月, 冷及寒冷日数主要出现在 11~3 月。

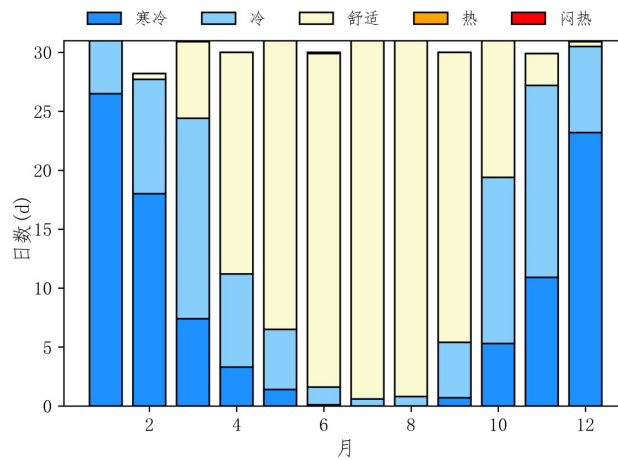


Figure 1. The monthly variation of human living environment comfort in Kunming weather station
图 1. 昆明气象站人居环境舒适度月际变化

3.2. 风寒指数(WCI)

昆明全年风寒指数的 9 个等级中, 极闷热(1 级 - 极不舒适)、闷热(2 级 - 不舒适)、偏热(3 级 - 较不舒适)、温暖(4 级 - 舒适)、凉爽(5 级 - 最舒适)、清凉(6 级 - 舒适)、偏冷(7 级 - 较不舒适)、寒冷(8 级 - 不舒适)、极冷(9 级 - 极不舒适)天气的年均日数分别为 0.0、0.0、0.0、4.0、118.6、230.9、11.5、0.0、0.0 d, 分别占全年总天数的 0.0%、0.0%、0.0%、1.1%、32.5%、63.2%、3.2%、0.0%、0.0%。表明昆明气候以凉爽 - 清凉型天气为主(349.5 d), 占全年天数的 95.8%, 无闷热、寒冷天气。

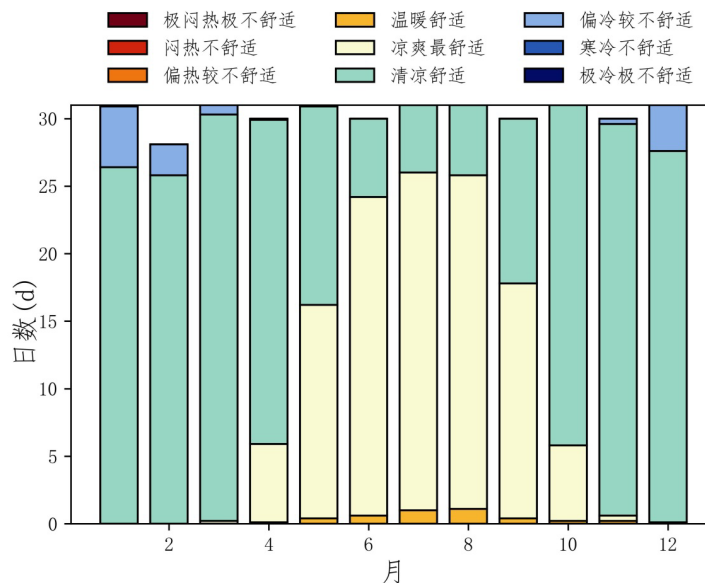


Figure 2. The monthly variation of wind chill index in Kunming weather station
图 2. 昆明气象站风寒指数月际变化

昆明风寒指数月际变化如图 2 所示。风寒指数等级中, 温暖舒适(4 级)日数出现在 4~11 月, 8 月最

高(1.1 d), 7月次之(1 d); 凉爽最舒适(5级)日数除1~2月外, 全年均可出现, 夏季6~8月最多, 月均24.4 d, 其次为9月(17.4 d)和5月(15.8 d); 清凉舒适(6级)日数全年均可出现, 冬春季较多, 3月最高(30.1 d), 11月次之(29.0 d), 再次分别是12月、1月、2月、10月; 偏冷不舒适(7级)日数仅出现在11月至次年5月, 冬季较多, 月均3.4 d, 其余月份1 d以下; 全年无寒冷、极冷、极闷热、闷热天气出现。昆明全年气候中, 温暖、凉爽、清凉三类天气合计353.5 d, 占全年的96.8%, 气候舒适惬意。冬半年以清凉型为主, 夏半年以凉爽型为主。

3.3. 人体舒适度气象指数(BCMI)

昆明人体舒适度气象指数的10个等级中, 寒冷(1级)、偏热(6级)、闷热(7级)、炎热(8级)、暑热(9级)、酷热(10级)六个等级未出现过。主要出现2~5级, 分别对应较冷(2级)、清凉(3级)、偏凉(4级)、最舒适(5级)四种状态, 对应年平均日数分别为6.4、96.2、106.9、155.5 d, 分别占全年总天数的1.7%、26.4%、29.3%、42.6%。表明昆明人体舒适度气象指数以舒适-偏凉型为主(262.4 d), 占全年的71.9%, 属一类气候适宜区。

昆明人体舒适度气象指数月际变化如图3所示。最舒适(5级)日数主要出现在夏季(6~8月), 月均29.6 d, 5~9月均大于22 d, 4月、10月各为9.8 d, 其余月份不足1 d, 冬季(12~2月)没有最舒适天数; 偏凉(4级)日数全年均可出现, 3月最多(24.2 d), 7月最少(0.4 d); 清凉(3级)日数除夏季(6~8月)外, 全年均有出现, 主要在1月(27.6 d)和12月(26.6 d), 春季(3~5月)较少(8.9 d); 较冷(2级)日数主要出现在秋末至初春(11~3月), 冬季(12~2月)最多(5.9 d), 3月(0.3 d)和11月(0.2 d)次之; 全年无寒冷、闷热、酷热等天气出现。夏半年以舒适型天气为主, 冬半年以清凉-偏凉型天气为主。

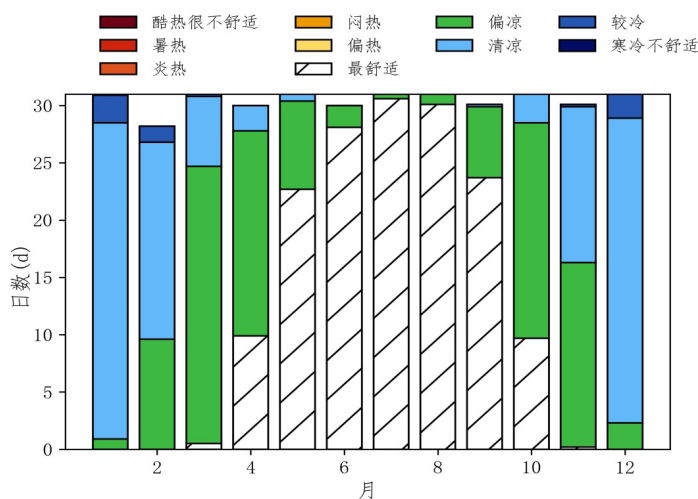


Figure 3. The monthly variation of body comfort meteorological index in Kunming weather station
图3. 昆明气象站人体舒适度气象指数月际变化

3.4. 度假气候指数(HCI)

昆明度假气候指数的9个等级范围中, 除很不适宜(8级)和特别不适宜(9级)外, 其余1~7级均可出现。分别对应理想状况(1级)、特别适宜(2级)、很适宜(3级)、适宜(4级)、可以接受(5级)、一般(6级)、不适宜(7级)七种状态, 对应年平均日数分别为88.8、135.8、60.2、35.3、27.4、13.0、4.5 d, 分别占全年总天数的24.3%、37.2%、16.5%、9.7%、7.5%、3.6%、1.2%。昆明度假气候指数以1~4级(理想状况-特别适宜-很适宜-适宜)为主(320.1 d), 占全年天数的87.7%, 特别适宜(2级)天气占比最高。

昆明度假气候指数月际变化如图 4 所示。理想状况(1 级)在全年均可出现, 春季(3~5 月)最多, 月均 16.1 d, 秋季(9~11 月)次之, 月均 7.7 d, 夏季(6~8)第三, 月均 3.2 d, 12 月和 1 月各为 1 d; 特别适宜天气(2 级)月际分布较均匀, 除 3~5 月和 10 月外, 其余月份大于 10 d, 1 月最高(18 d); 很适宜天气(3 级)全年均可出现, 最常出现在 11 月~次年 2 月, 月均 4.9~8.4 d; 适宜天气(4 级)全年均可出现, 各月 1.3~4.7 d。昆明适宜及以上天气(1~4 级)各月均在 21 d 以上, 年累计日数达 320.1 d, 占全年的 87.7%。昆明气候适宜度假旅游, 冬半年优于夏半年。

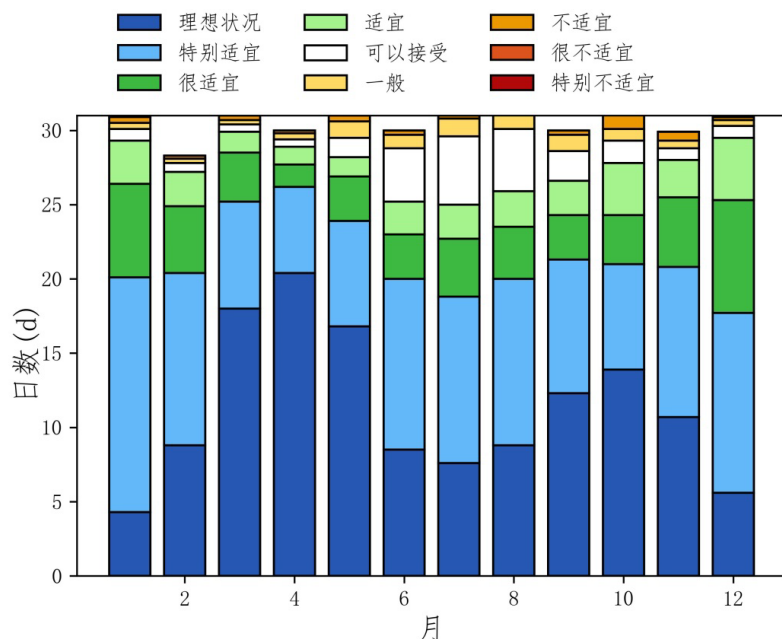


Figure 4. The monthly variation of holiday climate index in Kunming weather station
图 4. 昆明气象站度假气候指数月际变化

3.5. 旅游气候指数(TCI)

昆明旅游气候指数的 10 个等级范围中, 除非常不舒适(9 级)和极度不舒适(10 级)外, 其余 1~8 级均可出现。分别对应特别舒适(1 级)、非常舒适(2 级)、很舒适(3 级)、舒适(4 级)、较舒适(5 级)、一般舒适(6 级)、不舒适(7 级)、不太舒适(8 级)八种状态, 对应年平均日数分别为 74.6、85.9、81.2、49.0、42.6、17.6、12.3、1.8 d, 分别占全年总天数的 20.4%、23.5%、22.2%、13.4%、11.7%、4.8%、3.3%、0.5%。昆明旅游气候指数以 1~5 级(特别舒适 - 非常舒适 - 很舒适 - 舒适 - 较舒适)为主(333.3 d), 占全年天数的 91.3%, 其中特别舒适、非常舒适、很舒适三类天气的占比高且均匀, 合计占全年天数的 66.1%。

昆明旅游气候指数月际变化如图 5 所示。特别舒适天气(1 级)除 1 月、12 月外, 全年均可出现, 4 月最多(16.4 d), 5 月次之(14.4 d); 非常舒适天气(2 级)全年均可出现, 常出现在 2~3 月和 11 月, 月均多于 10 d; 很舒适天气(3 级)全年均可出现, 常出现在 12 月和 1 月, 月均 13.5 d, 其次是 2 月和 11 月, 月均 8.6 d; 舒适天气(4 级)全年均可出现, 常出现在 12 月和 1 月, 月均 6.5 d, 最少 4 月(1.3 d); 较舒适天气(5 级)全年均可出现, 最多出现在夏季(6~8 月), 月均 5.5 d, 最少出现在 3~4 月, 月均 1.1 d。昆明较舒适及以上天气(1~5 级)全年各月均在 20 d 以上, 3 月最高(27.4 d), 年累计日数达 333.3d, 占全年的 91.3%, 旅游气候环境优越, 气候舒适度高, 舒适期长。

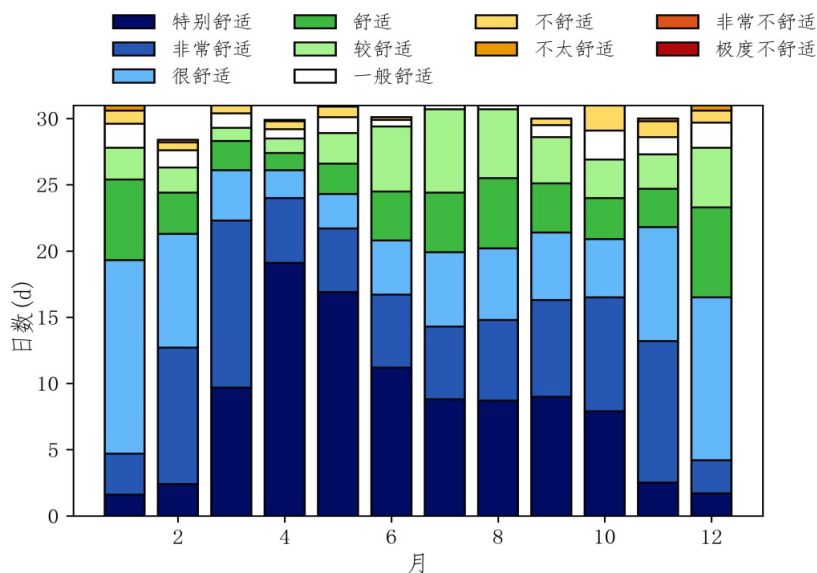


Figure 5. The monthly variation of tourism climate index in Kunming weather station
图 5. 昆明气象站旅游气候指数月际变化

4. 结论

1) 昆明人居环境舒适度为舒适 - 偏冷型。舒适日数以 4~10 月居多，寒冷日数以 11~3 月为主。全年舒适日数 178.5 d，占全年的 48.9%。人居环境舒适度气候环境优良。

2) 昆明风寒指数表现为温暖、凉爽、清凉、偏冷四个等级。凉爽日数除 1~2 月外，全年均可出现，夏季最多。昆明风寒指数以凉爽 - 清凉型为主，全年 349.5 d (占 95.8%)。风寒指数气候环境优越。

3) 昆明人体舒适度气象指数中无偏热、闷热、炎热、暑热、酷热等级。人体感觉最舒适时段在夏季。昆明人体舒适度气象指数以舒适 - 偏凉型为主(262.4 d)，占全年的 71.9%，属一类气候适宜区。昆明人体舒适度气候环境优良。

4) 昆明度假气候指数中无很不适宜、特别不适宜等级。理想状况全年均可出现，春季最多，秋季次之。昆明度假气候指数以适宜为主，适宜及以上等级各月均在 21 d 以上，年累计日数达 320.1 d，占全年的 87.7%。昆明气候适宜度假旅游且冬半年优于夏半年。昆明度假气候指数环境优越。

5) 昆明旅游气候指数中无非常不舒适、极度不舒适等级。舒适天气集中于冬半年，冬半年优于夏半年。昆明旅游气候指数以 1~5 级舒适天气为主(333.3 d)，占全年的 91.3%。昆明旅游气候舒适度强，舒适期长，旅游气候指数环境优越。

参考文献

- [1] 王利溥. 旅游气象学[M]. 昆明: 云南大学出版社, 2001: 1-30.
- [2] 张少朋, 韩琳. 我国主要旅游城市环境舒适度的评价研究[J]. 地理科学研究, 2020, 9(4): 215-222.
- [3] 马丽君, 孙根年. 中国西部热点城市旅游气候舒适度[J]. 干旱区地理, 2009, 32(5): 791-797.
- [4] 刘清纯, 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.
- [5] 袁小康, 谷晓平. 旅游气候舒适度指数比较分析[J]. 贵州气象, 2013, 37(3): 7-9.
- [6] De Freitas, C. (1979) Human Climates of Northern China. *Atmospheric Environment*, **13**, 71-77. [https://doi.org/10.1016/0004-6981\(79\)90246-4](https://doi.org/10.1016/0004-6981(79)90246-4)
- [7] Houghton, D.D. (1985) Handbook of Applied Meteorology. John Wiley & Sons, New York, 778-811.

- [8] 廖善刚. 福建省旅游气候资源分析[J]. 福建师范大学学报(自然科学版), 1998, 14(1): 96-100.
- [9] 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): 17-24.
- [10] 任健美, 牛俊杰, 胡彩虹, 等. 五台山旅游气候及其舒适度评价[J]. 地理研究, 2004, 23(6): 856-862.
- [11] 秦剑, 琚建华, 解明恩. 低纬高原天气气候[M]. 北京: 气象出版社, 1997: 1-25.
- [12] 张一平, 彭贵芬, 李玉麟. 低纬高原城市昆明的气候特征[J]. 高原气象, 1997, 16(3): 319-324.
- [13] 王金亮, 王平. 香格里拉旅游气候的适宜度[J]. 热带地理, 1999, 19(3): 235-239.
- [14] 施晓晖, 顾本文. 昆明城市气候特征[J]. 气象, 2001, 27(3): 38-41.
- [15] 黄中艳, 解明恩, 王占良. 昆明——当之无愧的世界春城[J]. 云南地理环境研究, 2022, 34(6): 67-71.
- [16] 解明恩, 段玮. 风雨彩云南——云南气象略论[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2022: 78-81.
- [17] 王金亮, 王平, 蒋莲芳. 昆明人居环境气候适宜度分析[J]. 经济地理, 2002(S1): 196-200.
- [18] 陈永涛. 昆明旅游气候舒适度与客流量相关性分析[J]. 云南民族大学学报(自然科学版), 2013, 22(5): 382-386.