

广德市康养区气候舒适度研究

华剑峰¹, 罗秀明^{1*}, 杨伟², 蔡雪芹¹, 方宁³

¹广德市气象局, 安徽 广德

²宣城市气象局, 安徽 宣城

³宁国市气象局, 安徽 宁国

收稿日期: 2025年10月9日; 录用日期: 2025年11月7日; 发布日期: 2025年11月19日

摘要

本研究基于广德国家基本气象站1991~2020年30年整编气象数据, 通过海拔高程订正模型, 换算得到广德市康养区的气候数据序列。采用温湿指数(THI)和风效指数(K)作为评价模型, 系统分析了广德市康养区的气温、相对湿度、风速和日照时数的时空分布特征及变化趋势, 定量评价了其年、季尺度上的气候舒适度, 并计算了年舒适天数。结果表明: 广德康养区四季分明, 气候温和, 雨热同期。年均温为14.2℃, 年均相对湿度为79%, 年均风速3.0 m/s, 年均日照时数1710.1小时。康养区年舒适天数达201天, 其中“最舒适”等级天数为89天, 主要分布在春季(4~5月)和秋季(9~10月); “较舒适”等级天数为112天。研究表明, 广德市康养区气候舒适度等级高, 适宜持续时间长, 具有发展康养旅游产业的极佳气候条件, 是长三角地区理想的康养目的地。

关键词

气候舒适度, 温湿指数, 风效指数, 康养旅游, 广德市

Study on Climate Comfort of Health Care Area in Guangde City

Jianfeng Hua¹, Xiuming Luo^{1*}, Wei Yang², Xueqin Cai¹, Ning Fang³

¹Guangde Meteorological Bureau, Guangde Anhui

²Xuancheng Meteorological Bureau, Xuancheng Anhui

³Ningguo Meteorological Bureau, Ningguo Anhui

Received: October 9, 2025; accepted: November 7, 2025; published: November 19, 2025

Abstract

Based on the 30-year integrated meteorological data (1991~2020) from Guangde National Basic

*通讯作者。

文章引用: 华剑峰, 罗秀明, 杨伟, 蔡雪芹, 方宁. 广德市康养区气候舒适度研究[J]. 气候变化研究快报, 2025, 14(6): 1274-1281. DOI: 10.12677/ccrl.2025.146128

Meteorological Station, this study converted the climate data series of the health care area in Guangde City using an altitude correction model. Taking the Temperature-Humidity Index (THI) and Wind Effect Index (K) as evaluation models, it systematically analyzed the temporal and spatial distribution characteristics and variation trends of temperature, relative humidity, wind speed, and sunshine duration in the health care area of Guangde City, quantitatively evaluated the climate comfort at annual and seasonal scales, and calculated the annual comfortable days. The results show that the health care area in Guangde has distinct four seasons, a mild climate, and simultaneous rainfall and heat. The average annual temperature is 14.2°C, the average annual relative humidity is 79%, the average annual wind speed is 3.0 m/s, and the average annual sunshine duration is 1710.1 hours. The annual comfortable days in the health care area reach 201, among which 89 days are at the “most comfortable” level, mainly distributed in spring (April~May) and autumn (September~October), and 112 days are at the “relatively comfortable” level. The study indicates that the health care area in Guangde City has a high level of climate comfort and a long suitable duration, possessing excellent climatic conditions for the development of the health and wellness tourism industry, and is an ideal health and wellness destination in the Yangtze River Delta region.

Keywords

Climate Comfort, Temperature-Humidity Index, Wind Effect Index, Health and Wellness Tourism, Guangde City

Copyright © 2025 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

随着中国社会经济的快速发展和人口老龄化程度的加剧,公众对健康与生活质量日益关注,以健康、养生、休闲为核心的康养产业迎来了黄金发展期。气候作为人类生存的重要环境因子,直接影响人体的生理过程和心理状态,是决定一个地区康养资源价值的关键因素之一。因此,科学评价一个地区的气候舒适度,对于合理开发利用气候资源、规划布局康养产业、推动区域经济发展具有重要的理论和实践意义。

广德市位于安徽省东南部,苏浙皖三省八县(市)交界处,地处长三角经济圈西缘(北纬 30°37′~31°12′,东经 118°58′~119°40′)。全市总面积 2165 平方公里,地貌以丘陵、低山为主,素有“三省通衢”之称。广德生态资源禀赋优异,森林覆盖率接近 60%,空气质量优良,荣获“中国天然氧吧”称号,是安徽省重点规划发展的生态旅游与康养休闲目的地。近年来,其主打的高海拔康养区(如卢村镇等海拔 300~500 米区域)正逐渐成为长三角地区游客休闲度假和养生养老的热门选择。

目前,针对旅游气候舒适度的评价,国内外普遍采用生物气象学指标法,其中应用最为广泛的是温湿指数(THI)和风效指数(K)。这两个指数能综合考量温度、湿度、风速等人体最主要的热感应力,从而相对客观地反映人体的舒适感觉。2011 年,中国气象局提出的《人居环境气候舒适度评价》(GB/T27963-2011)就开始使用两个指数开始评价气候[1];李春花等(2014)借助这两种指数分析了西宁市近 50 年的气候舒适度特征,揭示了该区域气候舒适度特征[2]。

本研究旨在利用广德国家气象站 30 年长期气候资料,通过科学的海拔订正方法,推算其规划中的康养区的气候要素值;在此基础上,运用温湿指数(THI)和风效指数(K)模型,定量分析该康养区的气候舒适

度时空特征, 确定其舒适期长短及分布时段, 以期为广德市康养产业的规划布局、市场营销和设施建设提供精准的科学依据。

2. 研究区域、数据与方法

2.1. 研究区概况

广德市属北亚热带湿润季风气候区, 气候温和, 四季分明, 光照充足, 雨量丰沛, 无霜期较长。因其独特的地理位置和地形条件, 形成了多样的小气候环境, 特别是中南部海拔在 300~600 米之间的丘陵山区, 夏季凉爽宜人, 是发展避暑康养的理想之地。本研究重点关注的康养区海拔大约为 350 米, 代表该市中海拔康养地的典型高度。

2.2. 数据来源

本研究采用的原始数据来源于广德国家气象站 1991~2020 年共 30 年的完整气象数据序列。数据要素包括: 逐日平均气温、平均相对湿度、平均风速、日照。为分析康养区的气候状况, 需对上述数据进行海拔高程订正。在气象数据应用于特定区域气候研究时, 海拔差异带来的数据偏差不可忽视, 王智等(2012)在研究新疆地区气候时, 通过海拔订正有效提高了气象数据在特定研究区域的适用性[3], 本研究的数据处理方法正是借鉴了此类研究的经验。

2.3. 研究方法

由于气温和风速随海拔升高而变化, 必须将国家站的数据订正到康养区高度。气温订正主要采用气温垂直递减率模型。通常, 在对流层中低层, 海拔每升高 100 米, 气温下降 0.65℃ [3] [4]。

$$T_{\text{订正}} = T - 0.65 * ((H_{\text{订正}} - H) / 100) \quad (1)$$

其中, $T_{\text{订正}}$ 为订正后的康养区气温(℃), T 为国家站观测气温(℃), $H_{\text{订正}}$ 为康养区海拔, H 为国家站海拔。两者高差约 $\Delta H = 300$ 米。

风速订正主要采用风速廓线指数律公式进行近似估算[5]。

$$V_{\text{订正}} = V * (H_{\text{订正}} - H)^{\alpha} \quad (2)$$

其中, $V_{\text{订正}}$ 为订正后的康养区风速(m/s), V 为国家站观测风速(m/s)。 α 为经验指数, 本研究取 $\alpha = 0.14$ 。

相对湿度和日照时数受海拔影响较小, 且变化规律复杂, 本研究暂假定其与国家站的数据一致。

2.3.1. 气候舒适度评价模型

温湿指数(THI)综合评价温度和湿度对人体热感的影响。其计算公式为:

$$THI = T - 0.55 * (1 - RH) * (T - 14.4) \quad (3)$$

其中, T 为气温(℃), RH 为相对湿度(取小数形式, 如 78.5%记为 0.785) [6] [7]。

风效指数(K)综合考量气温、风速和日照对人体舒适度的影响。其计算公式较为复杂, 通常根据特定经验公式或查表获得。为简化计算, 本研究采用以下经验公式计算风效指数(K):

$$K = -(10.45 + 10 * \sqrt{V} - V) * (33 - T) + 8.55 * S \quad (4)$$

其中, V 为风速(m/s), T 为气温(℃), S 为日照时数(h) [6] [7]。为便于操作, 本研究采用《气候康养资源评价技术规范(试行)》中广泛采用的 THI 和 K 分级组合来定义舒适度评价规则(如表 1)。

Table 1. Evaluation rules for climate comfort
表 1. 气候舒适度评价规则

风效指数 K 值域范围	评价等级	温湿指数 I 值域范围	评价等级	评价标识符
$K \leq -1000$	极冷(很不舒适)	$I < 40$	极冷(很不舒适)	E
$-1000 < K \leq -800$	很冷(不舒适)	$40 \leq I < 45$	很冷(不舒适)	D
$-800 < K \leq -600$	偏冷或凉偏冷(较不舒适)	$45 \leq I < 55$	偏冷或凉偏冷(较不舒适)	C
$-600 < K \leq -300$	凉(较舒适)	$55 \leq I < 60$	凉(较舒适)	B
$-300 < K \leq -200$	最舒适	$60 \leq I < 65$	最舒适	A
$-200 < K \leq -50$	暖(较舒适)	$65 \leq I < 70$	暖(较舒适)	b
$-50 < K \leq 80$	偏热或暖偏热(较不舒适)	$70 \leq I < 75$	偏热或暖偏热(较不舒适)	c
$80 < K \leq 160$	很热(不舒适)	$75 \leq I < 80$	闷热(不舒适)	d
$K > 160$	极热(很不舒适)	$I \geq 80$	极闷热(很不舒适)	e

2.3.2. 数据分析

利用 Excel 和 SPSS 等软件对订正后的 30 年月平均数据进行分析，计算逐日的 THI 和 K 值，并根据表 1 的标准判定各月的舒适度等级。通过分析 THI 和 K 的年内变化趋势，确定广德康养区的舒适期分布及天数。年舒适天数为“最舒适”与“较舒适”天数之和。在数据分析过程中，采用的统计方法参考了《气象数据统计分析方法》中的相关标准[8]，以确保结果的科学性和可靠性。

3. 结果与分析

3.1. 康养区基本气候特征

经过海拔订正后，得到广德市康养区 1991~2020 年 30 年气候要素的逐日值。

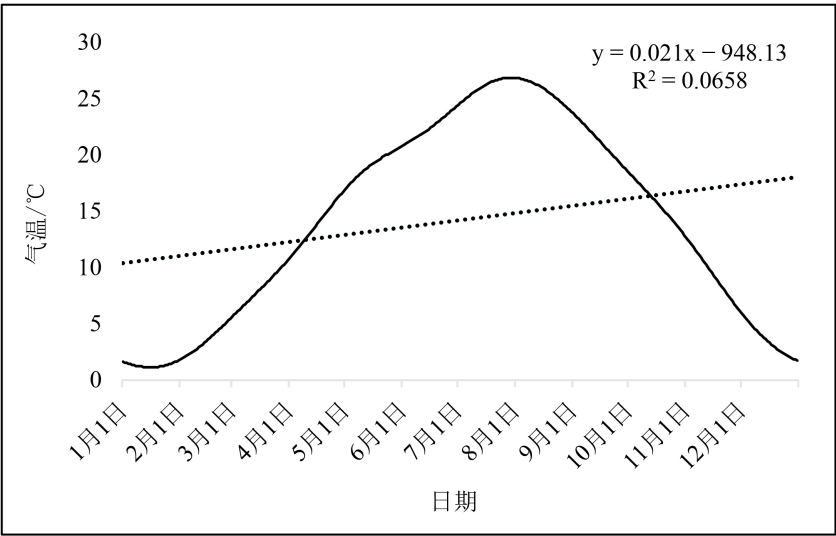


Figure 1. Daily average temperature chart for the health resort area of Guangde City from 1991 to 2020
图 1. 广德市康养区 1991~2020 年常年逐日平均气温图

对广德市康养区逐日平均气温数据的分析(如图 1),该地区呈现出显著的四季分明特征,年均气温为 14.2℃,整体气候背景温和宜人。从全年变化来看,气温曲线呈完美的单峰型分布:冬季(12 月至次年 2 月)气温较低,最冷时段出现在 1 月中下旬,日均温稳定在 1.2℃~1.9℃之间;春季(3~5 月)气温稳步回升,从 3 月初的 5.7℃平稳上升至 5 月末的 20.8℃,升温过程均匀,无剧烈波动;夏季(6~8 月)凉爽舒适,最高气温出现在 7 月下旬至 8 月上旬,出现一个 26.9℃的稳定高温平台期,但极少超过 27℃,充分体现了海拔的降温调节优势;秋季(9~11 月)气温缓降,从 9 月初的 23.8℃逐渐降至 11 月底的 6.2℃。全年舒适期漫长,其中气温处于 18℃~24℃最适宜区间的天数约 80 天,主要分布在 5 月中旬至 6 月中旬和 8 月下旬至 9 月下旬;15℃~26℃的较适宜区间更是长达 155 天。这种温度特征使得该地区尤其适合开展康养活动。对平均气温做线性趋势分析,气温整体呈上升趋势,按照 0.021℃/d 逐日上升, R^2 值为 0.0658,说明线性模型与实际气温数据之间的拟合度较差。

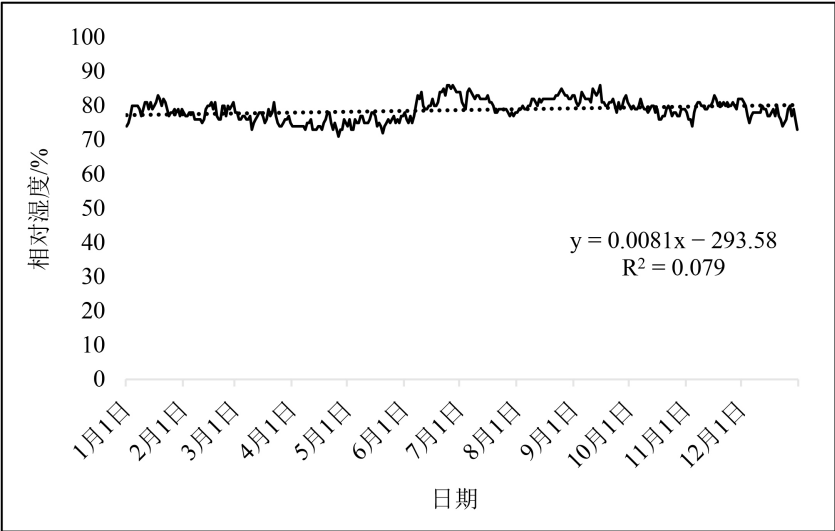


Figure 2. Perennial daily average humidity chart of the health care area in Guangde City from 1991 to 2020
图 2. 广德市康养区 1991~2020 年常年逐日平均湿度图

对广德市康养区逐日平均湿度数据的分析(如图 2),该地区呈现出显著的四季分明特征,年均湿度为 79%,全年平均相对湿度较高。从分布形态和时间变化上分析,数据呈现出明显的季节性波动。年初(冬季)和年末的湿度值相对分散且略有下降趋势。而从 6 月到 9 月(夏季),湿度数据明显更加集中且稳定在高位,频繁出现 80%以上的数值,尤其在 6 月下旬至 7 月上旬以及 8 月下旬至 9 月上旬,形成了一个高湿度平台期。这表明该地的湿度变化与季节气候紧密相关,夏季受暖湿气团控制,湿度大且稳定;冬季则受干冷空气影响,湿度相对较低且波动稍大。对平均气温做线性趋势分析,平均湿度整体呈上升趋势,按照 0.0081%/d 逐日上升, R^2 值为 0.079,说明线性模型与实际湿度数据之间的拟合度较差。

对广德市康养区逐日平均湿度数据的分析(如图 3)全年风速整体处于中等偏弱水平,全年平均风速为 3.0 m/s,波动性较为温和(标准差 0.45 m/s)。风速分布呈现明显的季节性特征:冬季和春季风力相对较强,尤其在 2 月至 4 月间频繁出现 3.5 m/s 以上的风速;而夏季和秋季风速明显减弱,7 月至 9 月多数日子风速维持在 3.0 m/s 以下,空气流动性较差。全年无极端强风天气,最高风速仅 4.5 m/s (4 月 12 日)。这种春强夏弱的季节性模式反映了大气环流的典型变化。对平均风速做线性趋势分析,平均风速整体呈下降趋势,按照 0.0023/d 逐日上升, R^2 值为 0.3372,说明线性模型与实际风速数据之间的拟合度较差。

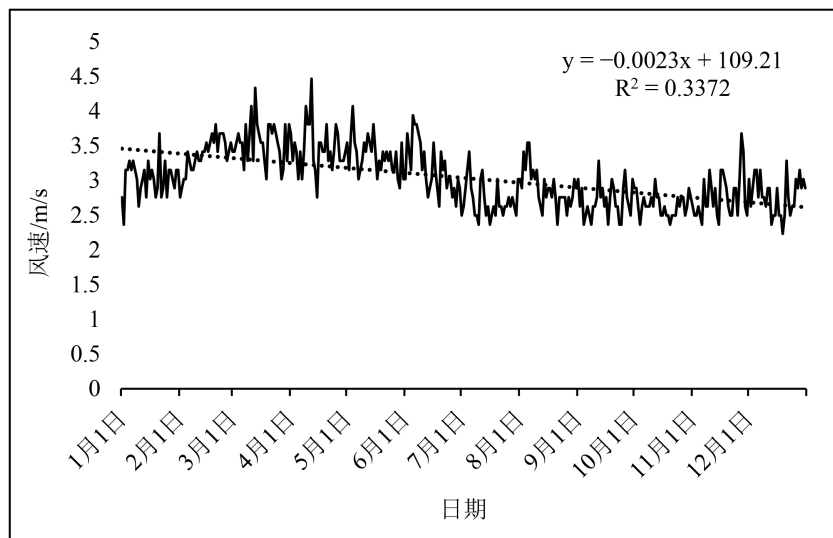


Figure 3. Perennial daily average wind speed chart for the health care area in Guangde City from 1991 to 2020

图 3. 广德市康养区 1991~2020 年常年逐日平均风速图

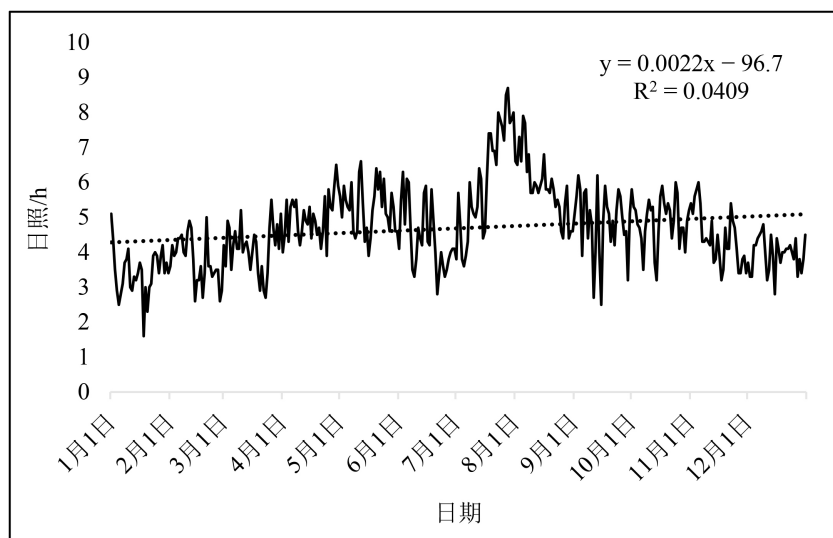


Figure 4. Annual daily sunshine duration chart for the health care area in Guangde City from 1991 to 2020

图 4. 广德市康养区 1991~2020 年常年逐日日照时数图

对广德市康养区逐日平均湿度数据的分析(如图 4), 全年日照时数分布呈现显著的季节性波动, 全年日照时数达 1710.1 小时, 整体表现为夏季充足、冬季匮乏的特点。年平均日照时数约为 4.7 小时, 数据波动性较大(标准差约 1.4 小时), 最低值仅 1.6 小时(1 月 18 日), 最高值达 8.7 小时(7 月 28 日)。日照时长在夏季(6~8 月)达到峰值, 7 月中下旬尤为突出, 多数日期超过 7 小时, 这与副热带高压控制下晴朗少云的天气密切相关。春季(3~5 月)和秋季(9~11 月)日照适中, 维持在 4~6 小时之间。冬季(12~2 月)日照明显减少, 大多在 3~4 小时左右, 是一年中光照最弱的时期。这种日照分布模式与太阳高度角变化和季风环流背景下的云量变化完全吻合, 对农业生产和太阳能利用具有重要影响。对日照时数做线性趋势分析, 平均风速整体呈上升趋势, 按照 0.0022 h/d 逐日上升, R^2 值为 0.0409, 说明线性模型与实际日照时数数

据之间的拟合度较差。

3.2. 气候舒适度评价结果

根据 THI 和 K 计算公式，得出广德康养区逐日的指数值，并对照表 1 的标准判定舒适度等级，根据温湿指数和风效指数对广德康养区各舒适度天数进行计算分析，如表 2 所示，其中温湿指数判定的最舒适天数 36 天，较舒适以上天数 114 天，占比为 31.23%，风效指数判定的最舒适天数 61 天，较舒适以上天数 221 天，占比为 60.55%，根据两指数取平均值，总体较舒适以上天数达到 168 天，占比 46.03%。从季节上看，主要的较舒适天集中在春秋季(3~5, 9~11 月)，春秋季可以集中开展康养活动。类似的，赵小宁等(2024)在对商洛市的研究中也发现，春秋季是气候舒适度较高的时期，适宜集中开展康养活动[9]。

Table 2. Number of days with comfortable conditions in the health care area of Guangde City

表 2. 广德市康养区舒适度天数

舒适度等级	温湿指数	风效指数
极冷(很不舒适)	55	0
很冷(不舒适)	40	0
偏冷或凉偏冷(较不舒适)	64	77
凉(较舒适)	31	87
最舒适	36	61
暖(较舒适)	47	73
偏热或暖偏热(较不舒适)	40	0
闷热(不舒适)	52	0
极热(很不舒适)		67

4. 结论与讨论

4.1. 结论

(1) 广德市康养区气候呈现出温润凉爽、通风良好的特点。年均气温 14.2℃，年均相对湿度 79%，年均风速 3.0 m/s，年均日照时数 1710.1 小时，四季分明，雨热同期。

(2) 基于温湿指数(THI)和风效指数(K)的综合评价，广德康养区年舒适天数(包括“最舒适”和“较舒适”等级)达 201 天，占全年总天数的 55.1%。其中“最舒适”天数 89 天，“较舒适”天数 112 天，显示出该地区具有长时间段的适宜气候条件。《柳叶刀人群健康与气候变化倒计时报告(2023 年)》[10]发布了全国舒适天数为 40~70 天，广德市康养区舒适天数比全国高 100 多天。

(3) 舒适期季节分布集中：舒适期主要集中在春秋两季，其中 4~5 月(春季)和 9~10 月(秋季)是“最舒适”等级出现的主要时段。该时段气候宜人，平均气温维持在 18℃~22℃，相对湿度 65%~75%，风速 2.0~2.5 m/s，非常适合开展户外康养及旅游活动，如森林徒步、太极养生、田园疗愈等。

(4) 广德市康养区气候舒适度等级高，适宜持续时间长，是长三角地区发展康养旅游产业的理想之地。结合其“中国天然氧吧”的生态优势与便利的交通区位(距上海、南京、杭州等核心城市车程均在 3 小时

内), 可打造“气候 + 生态 + 交通”三位一体的康养产业模式。

4.2. 讨论

(1) 本研究主要依据广德国家气象站数据基于海拔订正, 对风速、湿度的处理较为简化, 可能引入误差。例如, 山区地形复杂, 局部地形(如山谷、坡地)对风速的阻挡或加速作用未完全纳入订正模型, 而湿度在山区垂直方向的变化可能受地形抬升导致的降水影响, 本研究未单独修正。未来研究可在典型功能区(如卢湖景区、笄山竹海景区)建立小气候观测站, 获取更精确的逐时气象数据, 并引入体感温度等多模型进行综合比对, 以提升评价的准确性[11]。

(2) 不同舒适度指数的结果差异显著: 风效指数(K)判定的较舒适以上天数(221 天)显著高于温湿指数(THI)结果(114 天)。这种差异源于 K 指数综合考虑了风速和日照的影响, 更贴合广德康养区山区通风良好、夏季日照充足但气温不高的环境; 而 THI 对高温高湿组合更为敏感, 夏季广德虽湿度较高(75%~85%), 但因海拔带来的适宜气温(平均 26.9℃)未达到 THI 判定的“闷热”阈值, 导致 THI 对舒适期的判定偏保守。

(3) 广德康养区的优势不仅在于单一要素适宜, 更在于各气候要素的良好组合与季节分配。春季(4~5 月)气温回升平缓, 配合 70%~75%的相对湿度, 避免了北方春季干燥、南方春季阴雨的弊端; 秋季(9~10 月)降水减少, 日照时数维持在 5~6 小时, 空气干爽清凉, 适合开展慢性病康复(如高血压、呼吸道疾病)相关的康养项目; 夏季(6~8 月)虽湿度较高, 但 26.9℃的平均气温无酷暑, 配合 3.0 m/s 以下的微风, 仍能保持较好的舒适度, 可开发“避暑+亲水”康养产品。

(4) 本研究未考虑极端气候事件(如短时强降雨、台风外围影响)对康养活动的干扰。广德地处长三角地理几何中心, 每年 6~7 月梅雨期可能出现持续阴雨, 9~10 月偶受台风外围环流影响导致风力短时增大。未来研究可结合 30 年极端天气事件数据, 分析极端天气对舒适期的削减效应, 为康养设施选址和活动应急预案制定提供参考。

基金项目

本文系宣城市气象局科研项目(项目编号: ky202410)。

参考文献

- [1] 湖北省气象局, 中国气象科学研究院, 湖北省农业厅, 华中师范大学. GB/T 27963-2011, GB/T 27963-2011, 人居环境气候舒适度评价[S]. 北京: 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会, 2011.
- [2] 李春花, 陈蓉, 刘峰贵, 等. 近 50 年西宁市旅游气候舒适度变化研究[J]. 内蒙古师范大学学报(自然科学版), 2014, 43(5): 606-612.
- [3] 王智, 师庆东, 常顺利, 等. 新疆地区平均气温空间插值方法研究[J]. 高原气象, 2012, 31(1): 201-208.
- [4] 雷向杰, 李亚丽, 雷杨娜, 等. 秦岭主峰太白山高山区气候季节划分[J]. 陕西气象, 2022(6): 26-33.
- [5] 方平治, 赵兵科, 鲁小琴, 等. 华东沿海地带台风风廓线特征的观测个例分析[J]. 大气科学, 2013, 37(5): 1091-1098.
- [6] 梁辰, 刘少霞, 沈雨. 1973-2022 年十堰市旅游气候舒适度变化分析[J]. 中南农业科技, 2025, 46(7): 115-120, 139.
- [7] 杨军, 刘泽慧, 纳丽, 等. 宁夏泾源县及六盘山旅游气候舒适度分析[J]. 农业灾害研究, 2022, 12(9): 122-125.
- [8] 黄嘉佑, 李庆祥. 气象数据统计分析方法[M]. 北京: 气象出版社, 2015: 125.
- [9] 赵小宁, 胡晓黎, 庾平秋. 基于黄金分割法的商洛市气候舒适度分析[J]. 内蒙古气象, 2024(6): 42-46.
- [10] 柳叶刀倒计时亚洲中心. 柳叶刀人群健康与气候变化倒计时报告(2023 年)[R]. 北京: 柳叶刀倒计时亚洲中心, 2023.
- [11] 李宁, 徐永明, 何苗, 等. 基于遥感的北京市体感指数反演研究[J]. 生态环境学报, 2018, 27(6): 1113-1121.