

基于熵值法的舟山市定海区旅游气候条件分析

金琬贻

舟山市定海区气象局, 浙江 舟山

收稿日期: 2026年8月1日; 录用日期: 2026年8月27日; 发布日期: 2026年9月3日

摘要

利用舟山市定海区常规地面自动气象站2020~2024年逐月平均气温、相对湿度、风速等观测资料和定海站日照时数, 综合计算温湿指数、风效指数和人体舒适度指数, 采用熵值法赋权构建适用于定海区的旅游气象指数(TMI)模型, 并对该区域旅游气象条件的时空变化特征进行分析。结果表明: (1) 温湿指数年均值处于人体舒适等级, 月平均值呈现明显单峰型分布; 风效指数冬夏差异显著, 6月达峰值; 人体舒适度指数在4~11月维持较高舒适水平。(2) 定海区旅游气象条件存在显著的季节波动特征。春末夏初(4~6月)及秋季(9~11月)为全年旅游最佳窗口期。(3) 定海区旅游气象指数呈明显的“东优西弱”分布特征。中东部地区在多时段内适宜度优于西部。

关键词

定海区, 熵值法, 旅游气候, 气象指数

Analysis of Tourism Climate Conditions in Dinghai District, Zhoushan City Based on the Entropy Method

Wanyi Jin

Zhoushan Dinghai District Meteorological Bureau, Zhoushan Zhejiang

Received: August 1, 2026; accepted: August 27, 2026; published: September 3, 2026

Abstract

Using monthly average temperature, relative humidity, wind speed, and sunshine duration data from the Dinghai District's conventional ground-based automatic weather station in Zhoushan City (2020~2024), this study comprehensively calculated the temperature-humidity index, wind effect index, and human comfort index. The tourism meteorological index (TMI) model for Dinghai District

was established using the entropy method, and the spatiotemporal variation characteristics of tourism meteorological conditions in the region were analyzed. Results show: (1) The annual mean temperature-humidity index falls within the comfortable range for humans, with monthly averages showing a distinct unimodal distribution; the wind effect index varies significantly between winter and summer, peaking in June; the human comfort index remains at a relatively high level from April to November. (2) Tourism meteorological conditions in Dinghai District exhibit significant seasonal fluctuations, with the optimal travel periods occurring in late spring to early summer (April~June) and autumn (September~November). (3) The TMI in Dinghai District displays a clear “better in the east, weaker in the west” spatial pattern, with the central and eastern regions consistently more favorable than the western areas across multiple time periods.

Keywords

Dinghai District, Entropy Method, Tourism Climate, Meteorological Index

Copyright © 2026 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

舟山市定海区位处舟山群岛新区中西部，东部濒临太平洋，北部紧邻上海、杭州、宁波等大中城市群及长三角广袤腹地，是长江流域对外开放的海上门户和重要通道。进入新时代以来，定海立足“山海城”自然资源禀赋，积极探索共同富裕与文旅融合发展的新路径，依托山海景观与人文节点的有机串联，正逐步发展为以露营、自驾、旅拍为特色的海岛乡村旅游新目的地[1]。尤其是近年来，“云廊”绿道、东海百里文廊等标志性文旅融合项目的落成，将山、海、古村、古刹等资源连点成线，极大地丰富了游客的沉浸式体验场景。伴随经济社会发展，公众消费观念与出行需求不断升级，对旅游目的地的气候舒适度提出了更高要求。定海区作为舟山群岛连接大陆的关键地带，是人流、物流往来的重要集散枢纽，系统开展旅游气候条件研究，对推动海岛旅游高质量发展具有重要的现实意义。

目前，国内学者围绕旅游气候条件分析已积累了较为丰富的研究成果。雷生国等[2]通过分别分析气象要素与指数参数，发现海东市旅游气象指数与气候条件具有良好的对应关系；邓若钊等[3]基于气象站观测数据与 FY2G 气象卫星反演的总云量资料，采用温湿指数、风寒指数、着衣指数及紫外线指数进行综合赋权，对广东省旅游气候舒适度进行了精细化评估；王文星等[4]利用丹霞山景区逐日旅游散客人数与常规地面气象观测数据进行相关性分析，筛选出关键气象要素并建立了旅游气象指数方程。此外，部分学者也将研究范围拓展至不同气候区及特定地理单元。马丽君等[5]基于温湿指数、风寒指数和着衣指数构建了综合气候舒适度评价模型，将我国东部沿海城市的气候舒适度划分为夏适型、春秋适宜型、冬适型三种类型，并揭示了舒适度的南北差异及其变化规律。张莹等[6]则对国内不同纬度的九大名山风景区进行气候舒适度评价，发现其舒适度变化呈现“V”“U”“M”形的纬向分异规律。上述研究为旅游气候条件评估提供了有益的方法借鉴，但评价对象多集中于大中城市群，针对海岛乡村地区旅游气候舒适度的系统评估仍有欠缺。

本文以舟山市定海区为研究区域，基于该区逐日气象观测数据，系统计算并分析温湿指数、风效指数和人体舒适度指数的年内变化与季节分布特征。并采用熵值法对上述三项指数进行客观赋权，构建适用于定海的旅游气象指数模型，以期对定海区旅游气候资源评估及海岛乡村旅游产业高质量发展提供科

学参考。

2. 资料和方法

2.1. 资料来源

本文选用定海区常规地面自动气象站 2020~2024 年逐月的平均气温、相对湿度、风速等观测资料和定海站日照时数。为保证数据质量，对全区 41 个区域自动站的观测记录进行质控挑选，剔除数据残缺、缺测率较高的站点，在每个镇(街道)优选 1~2 个数据连续性较好的代表站，最终筛选 18 个站点纳入分析(城东街道因无符合条件的站点未予选取)。

2.2. 旅游气象指数

为客观对定海区旅游气候条件进行评价分析，本研究采用温湿指数、风效指数和人体舒适度指数 3 个经典指数，采用熵值法赋值指标权重来构建适用于定海区的旅游气象指数(Tourism meteorological index, TMI)模型：

$$TMI = a \times THI + b \times K + c \times I_{CHB}$$

其中，THI 为温湿指数、K 为风效指数、 I_{CHB} 为人体舒适度指数，a、b、c 分别为各指数的权重系数。温湿指数、风效指数、人体舒适度指数分为 9 级，标准和赋值如表 1 所示。

Table 1. Grading standards for temperature and humidity index, wind effect index, and human comfort index
表 1. 温湿指数、风效指数、人体舒适度指数分级标准

温湿指数/THI		风效指数/K		人体舒适度指数/ I_{CHB}		赋值
范围	感觉程度	范围	感觉程度	范围	感觉程度	
$THI < 40$	极冷，极不舒适	$K \leq -1000$	寒冷	$I_{CHB} \leq 25$	很冷，很不舒适	1
$40 \leq THI < 45$	寒冷，不舒适	$-1000 < K \leq -800$	冷	$25 < I_{CHB} \leq 38$	冷，不舒适	3
$45 \leq THI < 55$	偏冷，较不舒适	$-800 < K \leq -600$	稍冷	$38 < I_{CHB} \leq 50$	微冷，较舒适	5
$55 \leq THI < 60$	清凉，舒适	$-600 < K \leq -300$	凉	$50 < I_{CHB} \leq 58$	较凉爽，舒适	7
$60 \leq THI < 65$	凉，非常舒适	$-300 < K \leq -200$	舒适	$58 < I_{CHB} \leq 70$	很舒适	9
$65 \leq THI < 70$	暖，舒适	$-200 < K \leq -50$	暖	$70 < I_{CHB} \leq 79$	微热，舒适	7
$70 \leq THI < 75$	偏热，较舒适	$-50 < K \leq 80$	暖热	$79 < I_{CHB} \leq 85$	热，不舒适	5
$75 \leq THI < 80$	闷热，不舒适	$80 < K \leq 160$	热	$85 < I_{CHB} \leq 90$	暑热，很不舒适	3
$THI \geq 80$	极闷热，极不舒适	$K \geq 160$	体感不适	$I_{CHB} > 90$	酷热，极不舒适	1

2.3. 熵值法计算权重系数

本研究通过熵值法计算定海区 18 个代表站点三项经典指数的权重系数(a, b, c)，将各站点权重分别进行全区平均，得到适用于定海区的旅游气象指数模型参数值，其中 a 为 0.3372，b 为 0.3260，c 为 0.3368。

结合旅游活动实际，采用等间隔分级法将 TMI 划分为 5 个等级，考虑到各分项指数评分为离散整数，TMI 计算值集中于部分特征值附近，故将分级阈值设定为 4.5、5.5、6.5、7.5 四个分界点，分级标准与赋值如表 2 所示。其中 4.5 分为“不适临界线”，低于此值气象条件对旅游出行存在明显制约；7.5 分为“优良临界线”，高于此值气象条件达最优水平。

Table 2. Tourism weather index grading table
表 2. 旅游气象指数分级表

级别	等级	描述	指数范围/TMI
一级	非常适宜	气象条件极佳，非常适宜旅游出行	$TMI \geq 7.5$
二级	适宜	气象条件良好，适宜旅游出行	$6.5 \leq TMI < 7.5$
三级	较适宜	气象条件一般，较适宜旅游出行	$5.5 \leq TMI < 6.5$
四级	不适宜	气象条件较差，不适宜旅游出行	$4.5 \leq TMI < 5.5$
五级	极不适宜	气象条件差，极不适宜旅游出行	$TMI \leq 4.5$

3. 旅游气候条件分析

3.1. 温湿指数

定海区年平均温湿指数为 64.0，整体处于人体舒适等级。月平均 THI 呈现明显的单峰型分布(图 1)。冬季(12~2 月) THI 值为 47.3~49.9，气候偏冷，人体感觉较不舒适；春季(3~5 月) THI 值从 54.3 升至 67.4，人体感觉由偏冷转为舒适；夏季(6~8 月) THI 值大幅上升至 74.5~81.4，其中 7 月、8 月 THI 值均超过 80，人体感觉由较舒适转为极不舒适；秋季(9~11 月) THI 值从 76.1 降至 59.9，人体感觉逐渐转为舒适。从温湿指数来看，定海区旅游适宜性呈现明显的季节差异，春秋两季(4~6 月、10~11 月)最为舒适，夏季(7~8 月)舒适度相对偏低。

3.2. 风效指数

定海区近 5 年风效指数呈现先升后降的变化趋势。月平均风效指数在-768.7~-54.1 之间，冬季与夏季差异较大。从季节分布来看，12 月至次年 3 月风效指数介于-768.7~-624.6 之间，人体感觉稍冷；4~5 月、10~11 月在-505.5~-348.1 之间，体感凉爽；6 月风效指数为-228.6，是全年最为舒适的月份；7~9 月在-177.1~-95.3 之间，体感偏暖。从风效指数来看，定海区旅游适宜性以春秋两季(4~5 月、10~11 月)最佳，6 月最优，冬夏季相对较差。

3.3. 人体舒适度指数

定海区全年的人体舒适度指数在 37.5~71.9 之间，其中 4~11 月在 50.2~71.9 之间，人体感觉在舒适到很舒适之间；2~3 月、12 月在 38.7~44.3 之间，人体感觉微冷，较舒适；1 月为 37.5，人体感觉冷，不舒适。从人体舒适度来看，定海区 4~11 月舒适度较高，12 月至次年 3 月相对偏低。

4. 定海区旅游舒适度评价

4.1. 旅游指数时间变化

从旅游气象指数月变化图(图 2)和旅游气象指数分级表(表 2)可见，定海区旅游气象条件存在显著的季节波动特征。根据旅游气象指数等级标准，4 月与 6 月为“非常适宜”等级，气象条件最优，为首选出行时段；5 月、10 月、11 月为“适宜”等级，适宜各类户外旅游活动；9 月为“较适宜”等级，可酌情安排短途或室内旅游；冬季(12~2 月)及盛夏(7~8 月)受温度等因素影响，TMI 普遍偏低，其中 2~3 月、7~8 月、12 月处于“不适宜”等级，建议以室内活动为主；1 月为“极不适应”等级，建议谨慎出行。整体来看，一年中定海区旅游适宜的时期为春末、夏初、秋季时期。

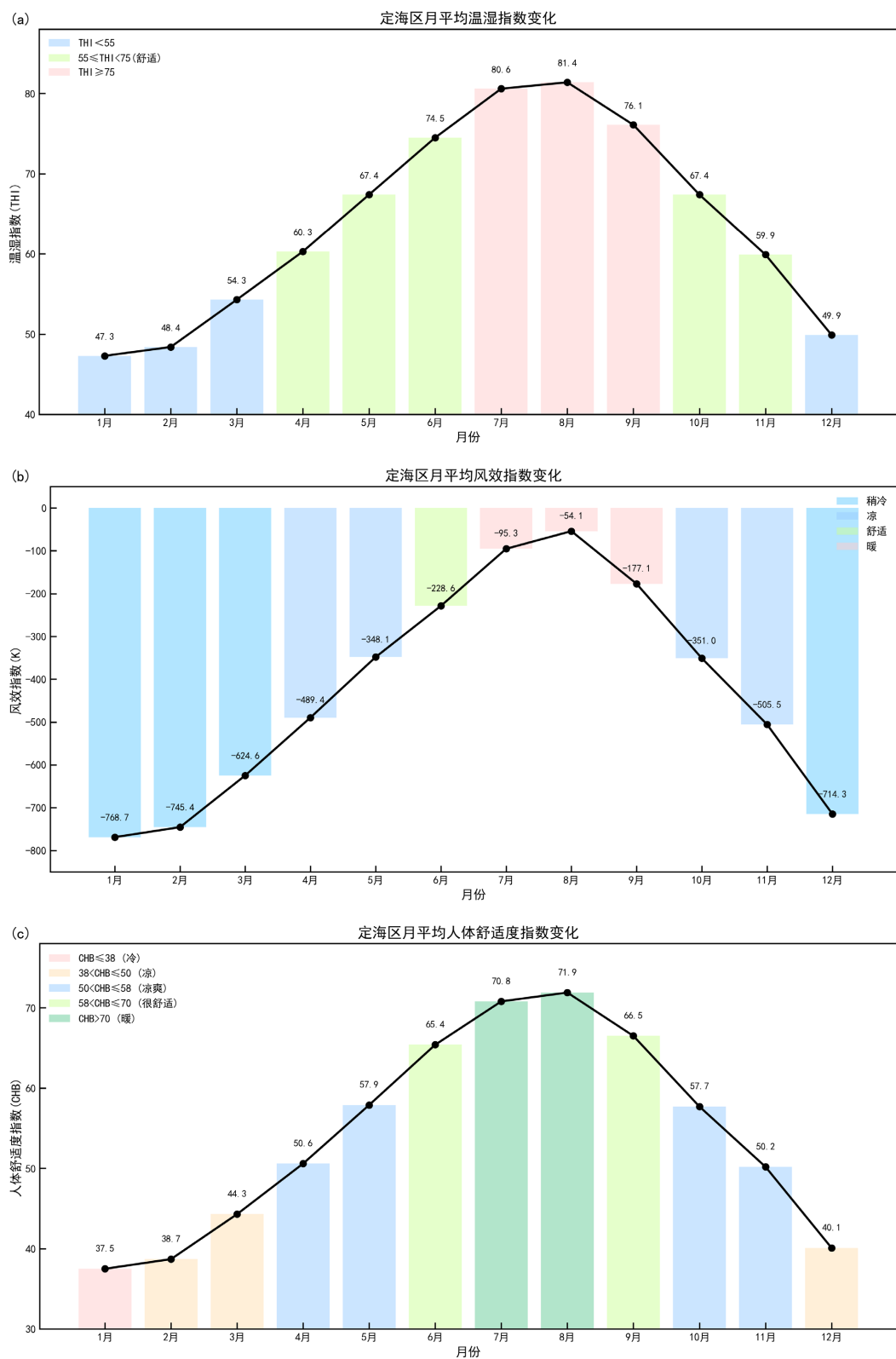


Figure 1. Changes in monthly average temperature and humidity index (a), wind effect index (b), and human comfort index (c) in Dinghai District

图 1. 定海区月平均温湿指数变化 (a)、风效指数变化 (b)、人体舒适度指数变化 (c)

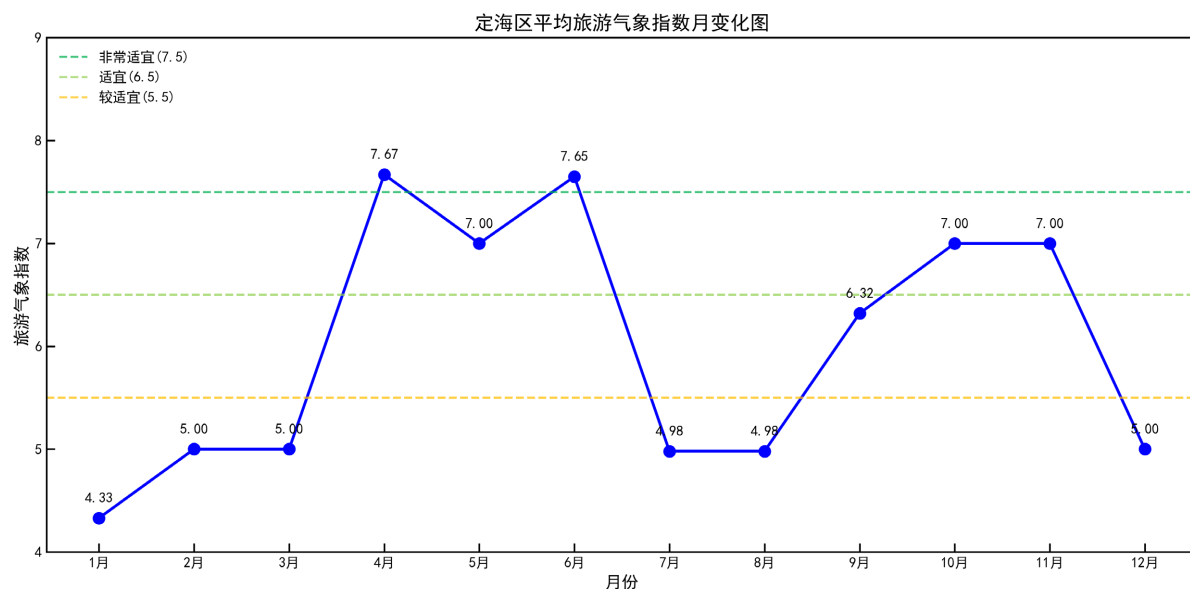


Figure 2. Monthly variation chart of average tourism meteorological index in Dinghai district

图 2. 定海区平均旅游气象指数月变化图

4.2. 旅游气象指数空间变化

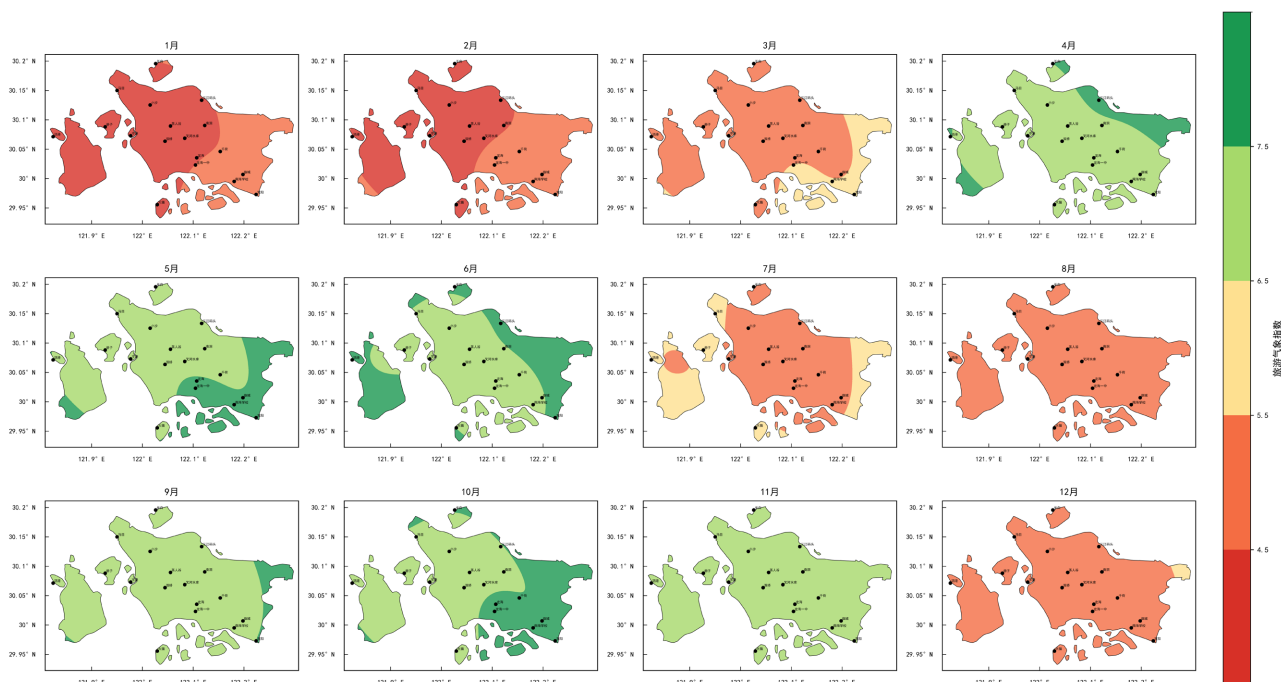


Figure 3. Distribution map of monthly average tourism meteorological index for towns (Streets) in Dinghai district

图 3. 定海区镇(街道)月平均旅游气象指数分布图

从定海区各镇(街道)旅游气象指数分布图(图 3)可见: 3 月起, 定海区自东向西旅游气象条件逐渐改善, 适宜旅游出行。4~6 月, 随着天气转暖, 全区旅游气象条件整体良好, 适宜旅游, 其中东部地区条件更优。7 月起, 受夏季气温升高等因素影响, 定海城区旅游气象条件有所下降, 但西部、东部仍可出行。

8月, 全区旅游气象条件整体偏低。秋季(9~11月), 全区旅游条件良好, 适宜旅游, 其中10月中东部地区条件最佳。冬季(12~2月), 天气转冷, 全区旅游气象条件相对偏低, 大部分地区不适宜旅游。整体来看, 定海区全年旅游最佳窗口期集中在春秋两季, 尤其是4~6月和9~11月。夏季需规避8月高温等因素导致的旅游指数低谷, 优先选择东西部沿海; 冬季需注意保暖防寒, 谨慎安排户外行程。空间上, 中东部地区在多数时段的优势度优于西部。

5. 结论

本研究利用定海区18个自动气象站点数据, 综合计算温湿指数(THI)、风效指数(K)及人体舒适度指数(I_{CHB}), 采用熵值法构建了适用于该区域的旅游气象指数(TMI)模型:

$TMI = 0.3372 \times THI + 0.3260 \times K + 0.3368 \times I_{CHB}$ 。运用该模型对定海区旅游气象条件的时空分布特征进行分析, 得到以下结论:

(1) 温湿指数(THI)年均值为64.0, 整体处于人体舒适等级, 月平均值呈现明显单峰型分布; 风效指数(K)月均值介于-768.7~-54.1之间, 冬夏差异显著, 6月达峰值; 人体舒适度指数(I_{CHB})全年变动范围为37.5~71.9, 4~11月维持较高舒适水平。三项因子权重分配较为均衡, 表明各经典指数对定海区旅游舒适度的评价贡献相对独立, 综合评价结果具有较好的稳定性。

(2) 在时间演变上, 定海区旅游气象条件存在显著的季节波动特征。年内TMI高值区集中出现在春末夏初(4~6月)及秋季(9~11月), 是全年旅游最佳窗口期; 夏季(7~8月)受高温等因素制约, 适宜度明显回落; 冬季(12月~2月)全区大部处于不适宜区间。

(3) 在空间分布上, 定海区旅游气象指数呈明显的“东优西弱”分布特征。中东部地区在多数时段内适宜度优于西部。

基金项目

2025年舟山市气象局科技计划青年项目“定海区旅游气候条件分析和气象指数研究”(2025QN01)资助。

参考文献

- [1] 定海概况[EB/OL]. https://www.dinghai.gov.cn/art/2023/5/26/art_1229728890_59096000.html, 2026-06-22.
- [2] 雷生国, 孙文慧, 安得香, 等. 青海海东生态旅游气象条件及舒适度评价[J]. 青海科技, 2024, 31(3): 34-41.
- [3] 邓若钊, 侯灵, 王中杰, 等. 广东省旅游气候舒适度分析与评价[J]. 广东气象, 2023, 45(4): 52-55.
- [4] 王文星, 杨万春, 李胜利, 等. 丹霞山旅游气象指数分析及预报[J]. 广东气象, 2016, 38(2): 41-45.
- [5] 马丽君, 孙根年, 王洁洁. 中国东部沿海沿边城市旅游气候舒适度评价[J]. 地理科学进展, 2009, 28(5): 713-722.
- [6] 张莹, 马敏劲, 王式功, 等. 中国大陆九大名山风景区旅游气候舒适度评价[J]. 气象, 2013, 39(9): 1221-1226.