

象山县塔山公园负氧离子时间变化特征

陈雨姿¹, 曲颖慧¹, 徐彬¹, 倪永森¹, 郭晓宇²

¹象山县气象局, 浙江 宁波

²宁海县气象局, 浙江 宁波

收稿日期: 2025年2月3日; 录用日期: 2025年3月3日; 发布日期: 2025年3月12日

摘要

空气中负氧离子的含量是衡量空气清新程度、评价康养旅游的关键指标之一。本文对2022年6月1日至2023年5月31日象山县塔山公园负氧离子浓度时间变化特征进行了研究, 结果表明: 塔山遗址公园负氧离子浓度和气温呈正相关。夏季负氧离子浓度最高, 冬季最低; 负氧离子浓度日变化呈单峰型分布, 白天高于夜间, 峰值出现在14时, 谷值出现在06时。夏季负氧离子浓度日变化幅度最大且最值出现时次的集中度最高; 降水会影响负氧离子浓度的变化。无雨天气的负氧离子浓度变化幅度最大, 随着雨量增大, 负氧离子浓度与气温相关系数逐渐减小。

关键词

负氧离子, 变化特征, 相关

The Temporal Variation Characteristics of Negative Oxygen Ions in Tashan Park, Xiangshan County

Yuzi Chen¹, Yinghui Qu¹, Bin Xu¹, Yongsen Ni¹, Xiaoyu Guo²

¹Xiangshan Meteorological Bureau, Ningbo Zhejiang

²Ninghai Meteorological Bureau, Ningbo Zhejiang

Received: Feb. 3rd, 2025; accepted: Mar. 3rd, 2025; published: Mar. 12th, 2025

Abstract

The content of negative oxygen ions in the air is one of the key indicators to measure the freshness of the air and evaluate health and wellness tourism. This article studies the temporal variation characteristics of negative oxygen ion concentration in Tashan Park, Xiangshan County from June 1,

文章引用: 陈雨姿, 曲颖慧, 徐彬, 倪永森, 郭晓宇. 象山县塔山公园负氧离子时间变化特征[J]. 气候变化研究快报, 2025, 14(2): 225-231. DOI: 10.12677/ccrl.2025.142024

2022 to May 31, 2023. The results show that the concentration of negative oxygen ions in Tashan Park is positively correlated with temperature. The concentration of negative oxygen ions is the highest in summer and the lowest in winter. The diurnal variation of negative oxygen ion concentration shows an unimodal distribution, with higher values during the daytime than at night, peaking at 14:00 and reaching the trough at 06:00. The diurnal variation of negative oxygen ion concentration in summer has the largest amplitude and the highest concentration of peak values. Precipitation affects the variation of negative oxygen ion concentration. The variation amplitude of negative oxygen ion concentration is the largest on rainless days, and as the rainfall increases, the correlation coefficient between negative oxygen ion concentration and temperature gradually decreases.

Keywords

Negative Oxygen Ion, Variation Characteristics, Correlation

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

负氧离子广泛存在于森林、海边、瀑布等地方，有空气维生素、长寿素、空气清道夫的美称，具有净化除尘、抑菌杀毒、治疗保健等作用。空气中负氧离子的含量是衡量空气清新程度、评价康养旅游的关键指标之一。

近年来，随着负氧离子对人体保健作用的备受关 注，前人针对负氧离子浓度的分析开展了大量的研究，结果表明负氧离子浓度与气象因子相关性较高。刘小菊等[1]对珠海市负氧离子的时空特征与气象因子的相关性进行探索，得出结论：气温是影响负氧离子浓度的关键因子，风速的相关性强于风向。张楠等[2]研究了降雨对西安夏季浐灞生态区负氧离子浓度的影响，认为空气中负氧离子浓度与日降雨量、日平均风速等都有显著相关性，中雨以上等级的降雨与负氧离子浓度的线性关系更显著。丁烨毅等[3]及俞科爱等[4]均针对宁波地区平原与山地区域负氧离子特征进行了对比，显示山地站负氧离子浓度较优，且在春秋两季较高，负氧离子浓度表现为午后低，凌晨高。何博翰等[5]对广东龙门县的不同植被覆盖度区域的负氧离子浓度进行了对比分析：森林覆盖率较高的区域，负氧离子浓度日变化不明显。季节变化中各站均呈现春夏高、秋冬低的分布趋势。陈兵红等[6]针对丽水市负氧离子分布特征及影响因素研究得出结论，负氧离子浓度下午最高，夜晚高于白天。与气温呈负相关，与相对湿度呈负相关。

负氧离子的浓度变化具有局地性，受周边环境的影响较大[7]-[10]。塔山遗址公园(以下简称“塔山公园”)位于浙江省宁波市象山县城区，依坡而建，内涵丰富，属于第七批全国重点文物保护单位，其地理位置优越，交通方便。为助力象山北纬 30 度“海上两山”最美风景道宣传，提升民众对生态旅游的理解，本文利用区域气象站的气温、相对湿度、风速、降水、负氧离子浓度等资料，对塔山公园负氧离子的时间变化进行分析，为公众提供更为细致的出行指导。

2. 资料和方法

位于塔山公园的负氧离子监测仪器自 2022 年 4 月起稳定运行，每月数据可用率在 90%以上。降水、气温等数据来源于位于塔山公园的区域自动气象站。数据时间跨度为 2022 年 6 月 1 日至 2023 年 5 月 31 日，白天时段定义为 08 时至 20 时，夜间时段定义为 20 时至次日 08 时。

文中各月平均负氧离子浓度通过每日平均的负氧离子浓度计算得到, 各季节平均负氧离子浓度通过季节内各月平均负氧离子浓度计算得到[11], 表 1 为负氧离子浓度等级, 该分级来自于中国气象局发布的气象标准 QX/T 380-2017 空气负(氧)离子浓度等级。

Table 1. Negative oxygen ion concentration grade (Unit: ions/cubic centimeter)

表 1. 负氧离子浓度等级(单位: 个/立方厘米)

等级	负氧离子浓度(N)	说明
I 级	$N \geq 1200$	浓度高, 空气清新
II 级	$500 \leq N < 1200$	浓度较高, 空气较清新
III 级	$100 \leq N < 500$	浓度中, 空气一般
IV 级	$0 < N < 100$	浓度低, 空气不够清新

3. 负氧离子浓度时间变化特征

3.1. 季节尺度及月尺度变化特征

由图 1 可知, 塔山遗址公园负氧离子浓度每个季节、每月等级均达到 I 级, 浓度高, 空气清新。全年四个季节中夏季负氧离子浓度最高, 达 2559 个/立方厘米, 秋季次之(1891 个/立方厘米), 冬季最低(1395 个/立方厘米)。月变化呈单峰型分布, 最高出现在 7 月份, 为 2761 个/立方厘米, 8 月次之, 12 月最低, 为 1365 个/立方厘米。1 至 7 月负氧离子浓度由 1415 个/立方厘米逐月上升至 2761 个/立方厘米, 8 至 12 月由 2668 个/立方厘米逐月下降至 1365 个/立方厘米。负氧离子浓度和气温变化呈正相关, 在气温较高时, 负氧离子浓度同样较高。由此可见, 塔山公园全年的空气清新度都有利于人体健康, 适合本地居民饭后散步、外地游客探寻历史韵味。

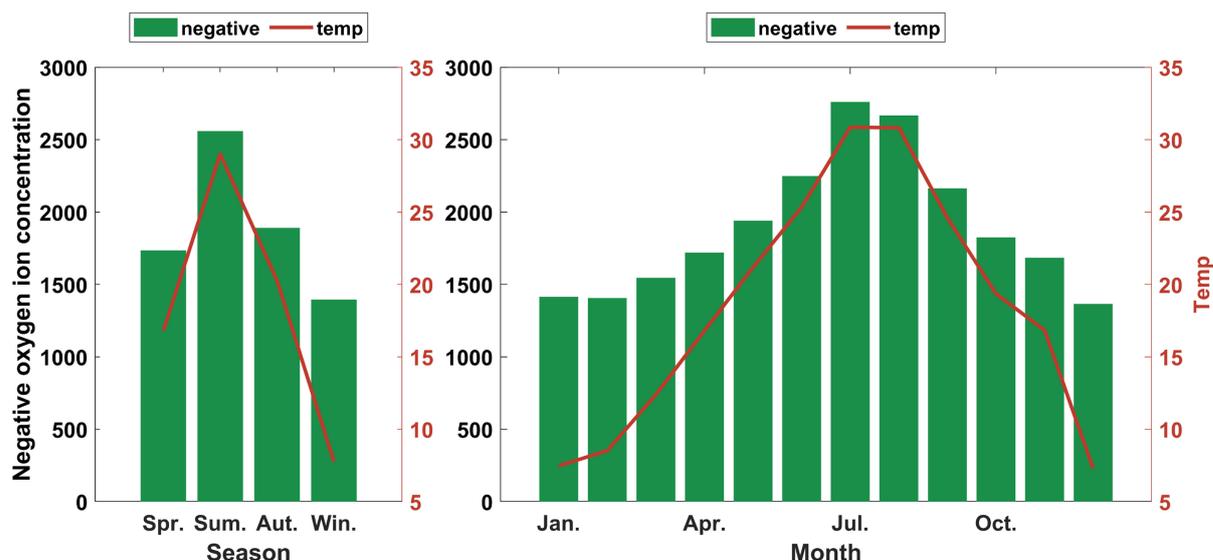


Figure 1. The seasonal variation (a) and monthly variation (b) of negative oxygen ion concentration in Tashan Park. The green bars represent the negative oxygen ion concentration (Unit: ions/cubic centimeter), and the red solid line represents the temperature (Unit: °C). The same applies below

图 1. 塔山公园负氧离子浓度(a) 季节变化及(b) 月变化, 绿色条柱表示负氧离子浓度(单位: 个/立方厘米), 红色实线表示气温(单位: 摄氏度), 下同

3.2. 日尺度变化特征

塔山公园负氧离子浓度表现出显著的日变化(图 2), 呈单峰型分布。峰值出现在午后气温最高的 14 时(2218 个/立方厘米), 谷值出现在日出前后的 06 时(1718 个/立方厘米)。06 时后负氧离子浓度逐时上升, 至 14 时达到最高浓度后, 波动下降至次日 06 时。负氧离子浓度变化和气温变化呈正相关, 相关系数达 0.94, 且通过了 99% 的显著性检验。总体上, 负氧离子浓度白天高于夜间, 夜间负氧离子浓度趋于平稳, 波动幅度比白天小。

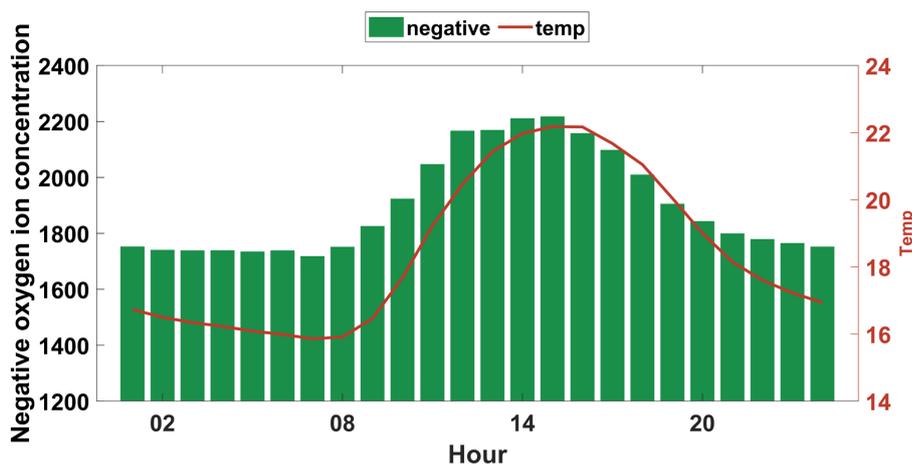


Figure 2. Diurnal variation of negative oxygen ion concentration in Tashan Park
图 2. 塔山公园负氧离子浓度日变化

不同季节负氧离子浓度均有显著的日变化(图 3), 均呈单峰型分布。负氧离子浓度最大值均出现在 14 时; 春、夏两季负氧离子浓度最小值出现在 06 时, 秋季出现在 04 时, 冬季出现在 07 时。夏季日变化幅度最大, 峰值与谷值的差(峰 - 谷值)达 925 个/立方厘米, 冬季日变化幅度最小(峰 - 谷值为 189 个/立方厘米)。负氧离子浓度峰、谷值出现时间与气温峰、谷值出现时间不是绝对一致的。秋季负氧离子浓度峰、谷值均提前于气温出现。冬季峰值较气温提前一小时出现。四个季节负氧离子浓度与气温均呈强相关, 相关系数分别为 0.96、0.96、0.94、0.90, 且通过了 99% 的显著性检验。

负氧离子浓度与其他气象要素的相关系数来看(表 2, 数字加粗表示通过了 99% 的显著性检验), 负氧离子浓度与气温的相关性最高, 且通过了 99% 的显著性检验, 与风力、相对湿度均缺乏相关性。

Table 2. Correlation coefficient between negative oxygen ion concentration and different meteorological elements
表 2. 负氧离子浓度与不同气象要素之间的相关系数

气象要素	相关系数
平均气温	0.96
最高气温	0.96
最低气温	0.92
最大风力	-0.10
极大风力	-0.07
平均相对湿度	0.11
最小相对湿度	-0.04

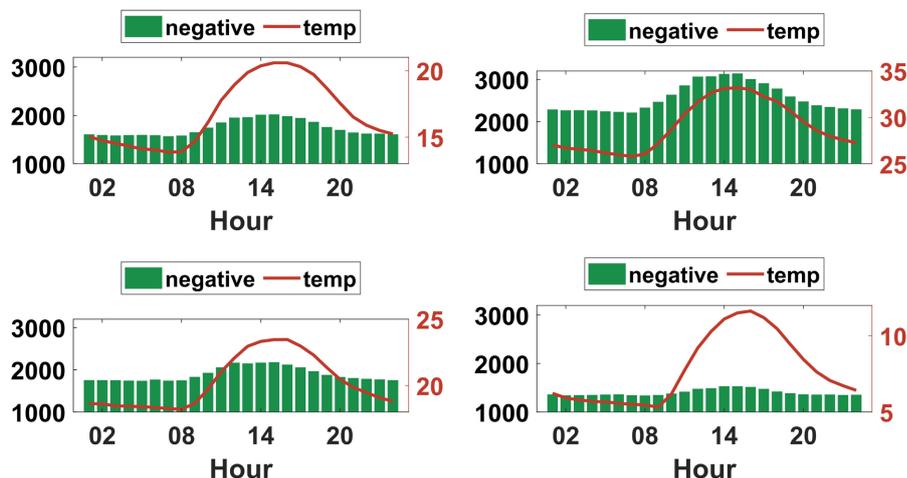


Figure 3. Diurnal variation of negative oxygen ion concentration in Tashan Park in four seasons: (a) Spring, (b) Summer, (c) Autumn, (d) Winter

图 3. 塔山公园负氧离子浓度四季日变化, (a) 春季, (b) 夏季, (c) 秋季, (d) 冬季

综合对比塔山公园负氧离子浓度不同季节最大值、最小值出现时次(图 4), 最大值出现的时次较为集中。分季节来看, 夏季最大值出现时次的集中度最高。各季节负氧离子浓度最大值出现频次有两个峰值, 春、夏、冬三季负氧离子浓度最大值出现在 14 时的频次最高, 占比分别为 23.9%、27.2%、17.8%, 秋季负氧离子浓度最大值出现在 12 时的频次最高, 占比为 23.1%。夏季最小值出现在 06 时的频次最高, 占比为 21.7%。其余季节最小值频次最高的时次不明显, 在夜间分布较为均匀。

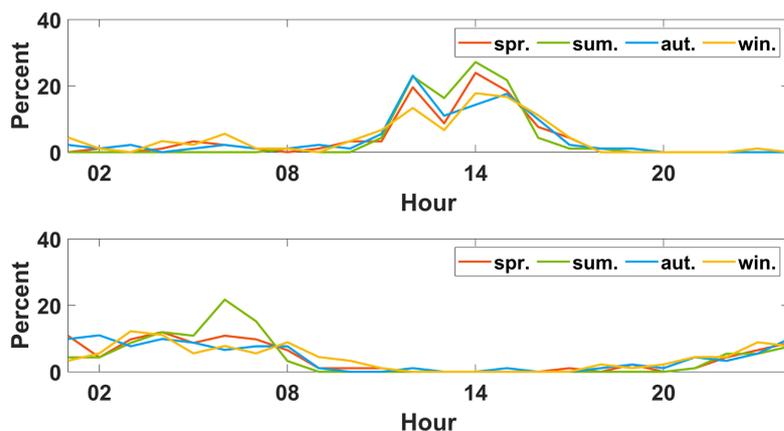


Figure 4. The timing of (a) maximum and (b) minimum negative oxygen ion concentrations in Tashan Park during different seasons

图 4. 塔山公园负氧离子浓度不同季节(a) 最大值、(b) 最小值出现时次

4. 不同天气情况下负氧离子浓度日变化

降水会影响负氧离子浓度的变化(图 5)。塔山公园不同天气情况日数统计见表 3, 无雨天气占 60%以上。无雨天气的负氧离子浓度曲线变化幅度最大, 小雨和中雨的天气负氧离子浓度变化幅度较小, 大雨及以上天气负氧离子浓度变化幅度很小。平均来看, 负氧离子浓度无雨时最大, 其次是中雨、大雨及以上, 小雨时负氧离子浓度最小。随着雨量增大, 负氧离子浓度与气温相关系数逐渐变小, 分别为 0.94、0.93、0.88、0.60。不同天气条件下, 0 时至 08 时, 负氧离子浓度表现出大雨 > 中雨 > 无雨 > 小雨;

09 至 16 时, 负氧离子浓度表现出无雨 > 中雨 > 小雨 > 大雨; 17 至 23 时, 负氧离子浓度表现出无雨 > 大雨 > 中雨 > 小雨。这可能与降水出现的时次有关, 有待于更进一步的探究。

Table 3. Number of days with different weather conditions

表 3. 不同天气情况日数统计

天况	日数(天)
无雨	224
小雨	105
中雨	22
大雨及以上	14

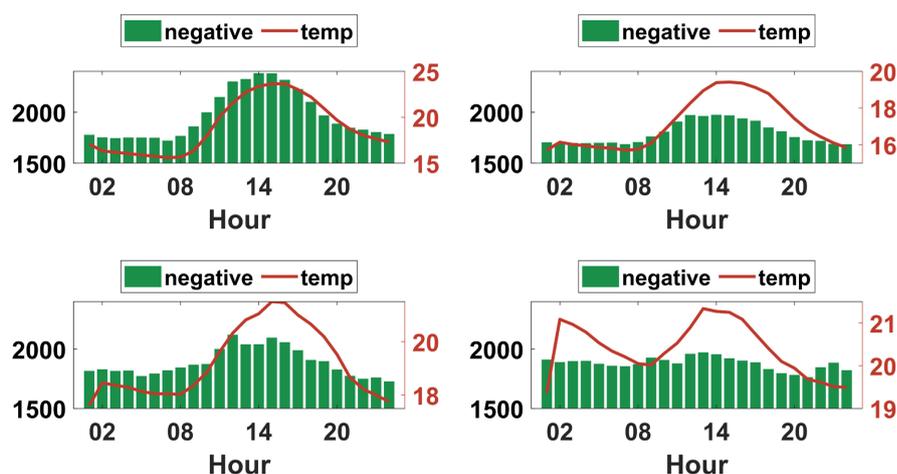


Figure 5. Diurnal variation of negative oxygen ion concentration in Tashan Park under different weather conditions: (a) no rain, (b) light rain, (c) moderate rain, (d) heavy rain and above

图 5. 不同天气条件下塔山公园负氧离子浓度日变化, (a) 无雨, (b) 小雨, (c) 中雨, (d) 大雨及以上

5. 结论与讨论

本文采用 2022 年 6 月 1 日至 2023 年 5 月 31 日象山县塔山公园负氧离子浓度数据及其他气象要素, 对负氧离子浓度时间变化特征进行了研究, 得出如下结论:

(1) 塔山遗址公园负氧离子浓度高, 每季、每月等级均达到 I 级。负氧离子浓度和气温呈正相关。全年夏季负氧离子浓度最高, 冬季最低; 月变化呈单峰型分布, 负氧离子浓度最高出现在 7 月份, 最低出现在 12 月份; 负氧离子浓度日变化呈单峰型分布。白天高于夜间, 峰值出现在午后气温最高的 14 时, 谷值出现在日出前后的 06 时。

(2) 不同季节负氧离子浓度的日变化均呈单峰型分布。夏季日变化幅度最大且最值出现时次的集中度最高。

(3) 降水会影响负氧离子浓度的变化。无雨天气的负氧离子浓度曲线变化幅度最大, 小雨和中雨的天气负氧离子浓度变化幅度较小, 大雨及以上天气负氧离子浓度变化幅度很小。随着雨量增大, 负氧离子浓度与气温相关系数逐渐减小。

致 谢

特别感谢宁波市生态环境中心技术支持。

参考文献

- [1] 刘小菊, 黄文敏, 资桂荣, 等. 珠海市负氧离子时空特征及预报方程初探[J]. 绿色科技, 2023, 25(4): 47-50.
- [2] 张楠, 尚可政, 徐军昶, 等. 西安浐灞生态区降雨及气象环境因素对负氧离子浓度的影响分析[J]. 甘肃科学学报, 2020, 32(4): 43-49.
- [3] 丁焯毅, 高益波, 杨栋, 等. 平原与山地区域负氧离子特征比较分析——以宁波为例[C]//中国气象学会. 第 35 届中国气象学会年会 S17 气候环境变化与人体健康. 2018: 14-17.
- [4] 俞科爱, 骆亚敏, 郭珍珠, 等. 宁波九峰山大气负氧离子浓度特征及与环境因素的关系[C]//第 35 届中国气象学会年会 S11 城市气象与环境. 2018: 495-503.
- [5] 何博翰, 颜昭潮, 向昆仑, 等. 龙门县负氧离子浓度的分布特征[J]. 广东气象, 2022, 44(3): 54-56.
- [6] 陈兵红, 应俊辉, 靳全锋. 丽水市空气负氧离子分布特征及影响因素[J]. 浙江农业科学, 2018, 59(8): 1444-1448.
- [7] 张春桂. 福建省空气负氧离子分布特征及气象预测模型[J]. 应用气象学报, 2023, 34(2): 193-205.
- [8] 龚苗, 王晓荣, 刘清平, 等. 潜山国家森林公园负氧离子变化及主要气象因素的关系研究[J]. 中国农学通报, 2023, 39(30): 101-107.
- [9] 郑冬, 阎守政. 东北沿海城市大气中臭氧浓度时间分布特征分析[J]. 绿色科技, 2021, 23(18): 173-176.
- [10] 张曼义, 丁国香, 杨伟, 等. 城市公园与高山茶园负氧离子浓度对比分析及气象要素影响[J]. 中低纬山地气象, 2023, 47(4): 20-24.
- [11] 王胜, 郭海瑛, 赵洁, 等. 甘肃省汛期逐小时降水量分布及变化特征[J]. 气候变化研究快报, 2023, 12(5): 873-884.