

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.

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

张曼义¹,丁国香¹,杨伟²,王涛¹

(1. 安徽省公共气象服务中心,安徽 合肥 230031;2. 安徽省旌德县气象局,安徽 旌德 242699)

摘 要:利用旌德县连续 1 a 的负氧离子监测数据,以兔儿山公园、路西村茶园分别代表城市公园、高山茶园这两种生态环境,对城市公园和高山茶园负氧离子浓度特征以及气象要素对负氧离子浓度的影响进行比较分析。结果表明:(1)高山茶园负氧离子浓度显著高于城市公园;(2)负氧离子浓度夏季最高,冬季最低,春秋季节次之,6 月负氧离子浓度达全年最高;(3)负氧离子浓度日变化整体呈“一峰一谷”变化趋势,峰值出现在上午,谷值出现在正午前后,夜间至上午负氧离子浓度较高,城市公园负氧离子浓度日较差较高山茶园偏小;(4)负氧离子浓度日变化与气温、风速呈显著负相关;(5)负氧离子浓度雨天最高,晴天次之,阴天和多云相对较低,暴雨天气条件下大气负氧离子浓度显著提高。

关键词:负氧离子;城市公园;高山茶园;气象要素

中图分类号:X16 **文献标识码:**A

Comparative Analysis of Negative Oxygen Ions Concentration between Urban Park and Alpine Tea Garden and the Influence of Meteorological Factors

ZHANG Manyi¹, DING Guoxiang¹, YANG Wei², WANG Tao¹

(1. Anhui Public Meteorological Service Center, Hefei 230031, China;
2. Jingde Meteorological Bureau of Anhui Province, Jingde 242699, China)

Abstract: This paper used data for one year from the observation of Negative Oxygen Ions (NOIs) in Jingde county, Tuershan Park and Luxi Village Tea Garden were chosen as two different ecological environments of Urban Park, Alpine Tea Garden, compared and analyzed the characteristics of NOIs concentrations between Urban Park and Alpine Tea Garden and the correlation with meteorological factors. The results show that: (1) the concentrations of NOIs in Alpine Tea Garden were significantly higher than those in Urban Park. (2) The concentrations of NOIs were the highest in Summer, the lowest in Winter, followed by Spring and Autumn, and reached the highest in June. (3) The daily variation of NOIs concentrations in these two regions showed a trend of "single peak and single valley", with the peak value appeared in the morning and the valley value appeared in the noon, the concentrations of NOIs were higher from night to morning, and the daily range of NOIs concentrations in Urban Park were smaller than that in Alpine Tea Garden. (4) The daily variation of concentrations of NOIs were significantly negatively correlated with air temperature and wind speed. (5) The concentrations of NOIs were highest in rainy day, followed by sunny day, and lower in overcast day and cloudy day, the concentration of NOIs increased significantly under rainstorm conditions.

Key words: Negative Oxygen Ion; Urban Park; Alpine Tea Garden; meteorological factor

收稿日期:2022-08-12

第一作者简介:张曼义(1994—),女,硕士,工程师,主要从事旅游气象服务研究,E-mail:zmy_ant@163.com。

通讯作者简介:丁国香(1982—),女,高工,主要从事专业气象服务研究,E-mail:kellyding_100@163.com。

资助项目:2022 年安徽省科协决策咨询项目(2022jczx01);安徽气象旅游资源开发利用策略研究。

0 引言

空气负氧离子是指带负电荷的单个气体分子和轻离子团的总称^[1],主要来源于空气分子在大气上层发生的电离现象、水分子的裂解、树叶尖端放电、植物光合作用中的光电效应、火山爆发、雷雨闪电等物理过程^[2-3]。负氧离子具有净化除尘、抑菌杀毒及治疗保健作用,是衡量空气清新程度,评价康养旅游的关键指标之一^[4-6]。

近年来,随着康养旅游产业的发展,众多学者对空气负氧离子的时空变化、气象要素影响机制进行了大量研究。国内外研究表明不同季节^[7]、不同天气状况^[8]、不同地表类型^[9]负氧离子浓度变化不同,气温、降水等气象要素均会对负氧离子浓度变化产生影响^[10-12],森林、海滨等地区负氧离子浓度相对较高。但由于负氧离子浓度受局地环境影响较大,且国内外负氧离子评价尚未有统一标准,因此,不同研究结果之间借鉴性不强,需针对研究区域开展特定研究。旌德县位于皖南山区腹地,茶叶种植面积广泛,全县现有茶园 1760 hm²,品质优良,深受消费者喜爱。旌德县政府以“分析评估负氧离子浓度”为抓手,打响旌德生态康养旅游品牌。目前,众多负氧离子浓度对比研究集中于森林、城市的比较分析,鲜有关于茶园和城市负氧离子浓度的比较分析,因此,立足县况,开展城市公园、高山茶园负氧离子浓度对比及气象要素的影响研究,可为公众提供实时精准的负氧离子浓度信息,为旌德县挖掘康养旅游资源品牌价值奠定基础,也为旌德县生态康养旅游发展规划提供科学依据^[13]。

1 资料和方法

1.1 研究区概况

分别在旌德县兔儿山公园、路西村茶园建立负氧离子监测站点。兔儿山公园站(118°32'29"E,30°18'19"N)下垫面为城市型公园,海拔 150 m,属城市居民居住区;路西村茶园站(118°25'41"E,30°22'37"N),海拔 300 m,下垫面为高山型茶园,属风景名胜区。

1.2 资料来源

本研究资料为 2020 年 1—12 月兔儿山公园、路西村大气负氧离子浓度数据,同步气象资料数据(包括逐时气温、风速、降水量、云量等)。分别布设固定式大气负氧离子监测仪(依派伟业 FLZ2-1 型)对大气负氧离子浓度进行连续观测(迁移率 $K \geq 0.4 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$)。兔儿山公园同步气象资料来源

于旌德国家气象观测站(距离兔儿山公园 3.0 km),路西村茶园气温、风速、降水量资料来源于旌德三溪气象观测站(坐落于路西村),云量资料来源于欧洲数值预报 ERA5 再分析数据。

分别在兔儿山公园站、路西村茶园站采用便携式大气负氧离子监测仪(依派伟业 EP050)开展对比试验研究。结果表明:本研究涉及的固定式负氧离子监测仪能准确观测出各站的负氧离子浓度变化范围,以及随气象要素变化而发生的趋势变化。

1.3 研究方法

参照其他气象观测数据质量控制方法,对数据进行预处理:对明显异常或超出允许变化范围的数值进行标记,当负氧离子浓度值长时间为 0,或 10 min 的观测值跳变在 5000 以上,均判识为异常数据。

根据气候资料统计规定,3—5 月为春季,6—8 月为夏季,9—11 月为秋季,12—2 月为冬季。负氧离子浓度数据剔除缺测和异常值,采用算术平均法对各站小时值、日均值、月均值、季均值进行统计,相关性分析结果采用 SPSS 统计软件进行单因素 Pearson 相关性分析获得。

2 结果与分析

2.1 不同地表类型负氧离子浓度比较

2.1.1 季节变化比较 城市公园年均负氧离子浓度为 2407 个·cm⁻³,高山茶园年均负氧离子浓度为 3465 个·cm⁻³。从 2 站各季节负氧离子浓度变化可见,负氧离子浓度存在季节变化特征(图 1),以夏季最高、春秋季次之,冬季最低。夏季,城市公园、高山茶园负氧离子浓度可达 3240 个·cm⁻³、3703 个·cm⁻³,冬季浓度则为 1252 个·cm⁻³、3231 个·cm⁻³,秋冬季,空气污染相对严重,气候干燥,空气湿度较小,负氧离子浓度处于四季最低值。城市公园负氧离子浓度夏冬季节差异明显高于高山茶园。

2.1.2 月变化比较 逐月负氧离子浓度变化显示(图 2),高山茶园逐月负氧离子浓度变化幅度较小,城市公园幅度较大,以 1、2 月间浓度较低,3 月浓度迅速上升,至 6 月达到峰值,7 月负氧离子浓度又开始回落,至 12 月达到谷值。

2.1.3 日变化比较 2 站负氧离子浓度的日变化特征基本一致,整体呈“一峰一谷”变化趋势,峰值出现在上午,谷值出现在正午前后(图 3)。城市公园负氧离子浓度较高时段为每日 21 时—次日 08 时(峰值为 07 时),较低时段为 09—17 时(谷值为 12

时);高山茶园负氧离子浓度较高时段为 02—11 时(峰值为 10 时),较低时段为 13—23 时(谷值为 13 时);日变化中,城市公园、高山茶园负氧离子浓度日较差分别为 $211 \text{ 个} \cdot \text{cm}^{-3}$ 、 $254 \text{ 个} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

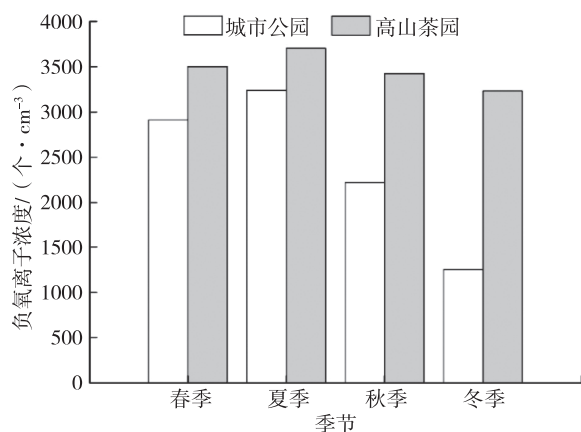


图 1 城市公园与高山茶园负氧离子浓度季节变化比较

Fig. 1 Comparison of the variation of seasonal in NOIs concentration between Urban Park and Alpine Tea Garden

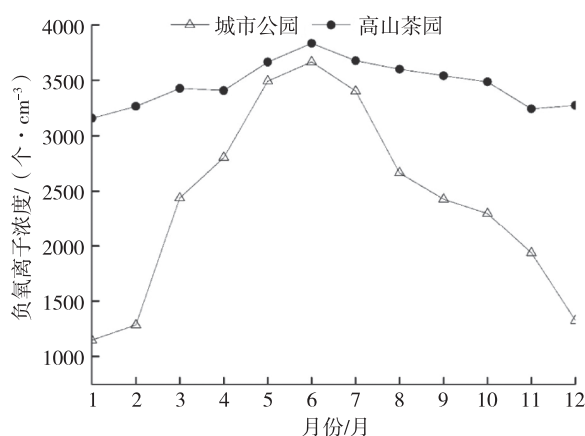


图 2 城市公园与高山茶园负氧离子浓度月变化比较

Fig. 2 Comparison of the variation of monthly in NOIs concentration between Urban Park and Alpine Tea Garden

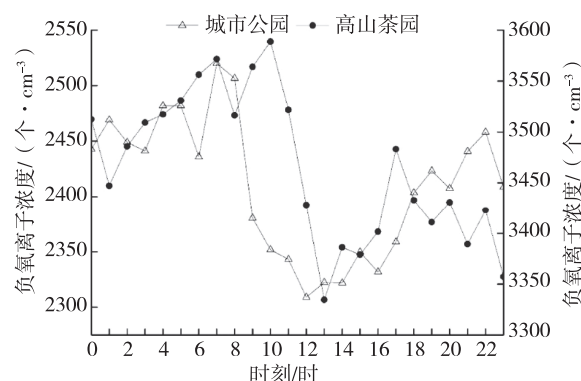


图 3 城市公园与高山茶园负氧离子浓度日变化

Fig. 3 Daily variation of in NOIs concentration between Urban Park and Alpine Tea Garden

2.2 气象要素对负氧离子浓度的影响

将研究时段内各小时观测资料进行平均,得到全年负氧离子浓度、气温、风速逐小时平均值,绘制全年负氧离子浓度日变化随气象要素变化曲线图。

2.2.1 气温对负氧离子浓度的影响 气温日变化呈“一谷一峰”型变化特征,凌晨 06 时气温降至最低,午后 14 时升高至日最高值。兔儿山公园负氧离子浓度日极值出现时间与气温较为吻合,日出之后,随气温上升,负氧离子浓度逐渐降低,14 时后,负氧离子浓度随气温下降呈逐渐升高趋势。高山茶园负氧离子浓度日极值出现时间与气温略有差异,10 时后,负氧离子浓度随气温升高逐渐降低,降至 13 时达日最低值,之后随气温下降不断升高,17 时后,负氧离子浓度随气温下降而波动性下降(图 4)。

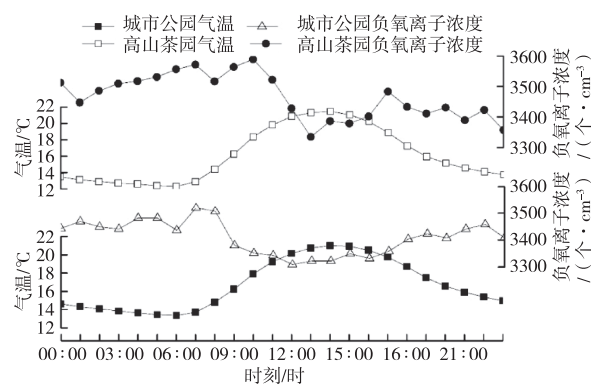


图 4 城市公园与高山茶园负氧离子浓度与气温日变化特征

Fig. 4 The daily variation between characteristics of (NOIs) concentration and air temperature

2.2.2 风速对负氧离子浓度的影响 2 min 平均风速呈“一峰一谷”型日变化特征,日最小值出现在 06 时,日最大值出现在 15 时。城市公园负氧离子浓度日极值出现时间与风速较为吻合,07 时之后,随风速增大,负氧离子浓度逐渐降低,15 时后,负氧离子浓度随风速减小呈逐渐升高趋势。高山茶园负氧离子浓度在 10 时之前,随风速增大呈升高趋势;10—13 时,随风速增大不断降低;17 时之后,随风速减小呈降低趋势(图 5)。

2.2.3 负氧离子浓度与气象要素相关系数 以全年负氧离子浓度平均值为因变量,气象要素平均日变化值为自变量,采用 SPSS 软件进行单因素 Pearson 相关性分析。分析结果表明,负氧离子浓度日变化与气温呈显著负相关,其中城市公园负氧离子浓度日变化与气温呈极显著负相关(相关系数为 $-0.897, P < 0.01$),高山茶园负氧离子浓度日变化

与气温呈显著负相关(相关系数为 $-0.438, P < 0.05$);负氧离子浓度日变化与风速呈负相关,其中城市公园负氧离子浓度日变化与风速呈极显著负相关(相关系数为 $-0.881, P < 0.01$),高山茶园负氧离子浓度日变化与风速呈显著负相关(相关系数为 $-0.416, P < 0.05$)。

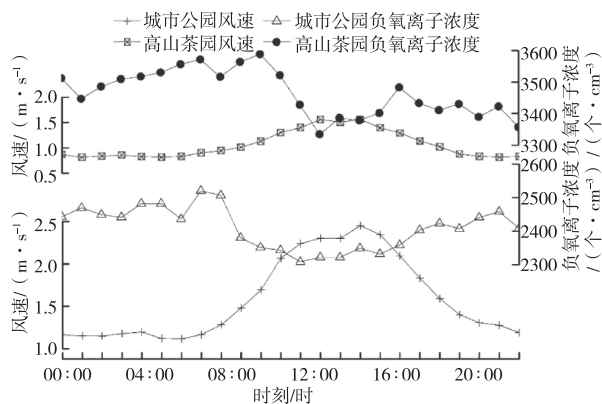


图5 负氧离子浓度与2 min 平均风速日变化特征
Fig. 5 The daily variation characteristics of NOIs concentration and two - minute average wind speed between Urban Park and Alpine Tea Garden

2.2.4 不同天气状况对负氧离子浓度的影响 负氧离子浓度与天气状况关系密切,不同天气状况下负氧离子浓度变化不同。根据云量多少将天气状况分为晴天、多云、阴天、雨天在4种天气类型(表1),分别统计2站在4种天气状况下的负氧离子浓度日均值,并进行比较分析(图6)。分析结果表明:4种天气状况下负氧离子浓度有所差异,2站负氧离子浓度均为雨天最高,晴天次之,阴天和多云相对较低。雨水对环境空气有冲刷清洁作用,雨水的冲击会产生勒纳德效应,提升周围空气的负氧离子浓度,雨天,城市公园、高山茶园负氧离子浓度分别达 $2524 \text{ 个} \cdot \text{cm}^{-3}$ 、 $3503 \text{ 个} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。阴天、多云天气,负氧离子的生成速率低于中和速率,负氧离子浓度较低。其中,城市公园负氧离子浓度阴天、多云分别较雨天降低15%、19%。

2.2.5 不同降雨等级对负氧离子浓度的影响 由2.2.4可知,雨天能提高大气负氧离子浓度。根据国家标准 GB/T 28592 - 2012 降水量等级^[14],结合旌德县实际降雨特征,将降雨量划分为5种等级。分别统计2站无雨和5种降雨等级条件下的负氧离子浓度日均值,并进行比较分析(图7)。分析可知,随着降雨等级提升,负氧离子浓度逐渐升高。城市公园大雨等级下负氧离子浓度最高,达 $3222 \text{ 个} \cdot \text{cm}^{-3}$,较小雨时负氧离子浓度升高38.5%;高山茶园暴雨等级下负氧离子浓度最高,达 $3683 \text{ 个} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

cm^{-3} ,较小雨时负氧离子浓度升高4.1%,但达到大暴雨级别,2站负氧离子浓度均呈下降趋势。

表1 不同天气状况划分标准

Tab. 1 Classification criteria for different weather conditions

天气状况	划分标准
晴天	日平均总云量为0~3成
多云	日平均总云量为4~7成
阴天	日平均总云量>7成
雨天	日降水量 $\geq 0.1 \text{ mm}$

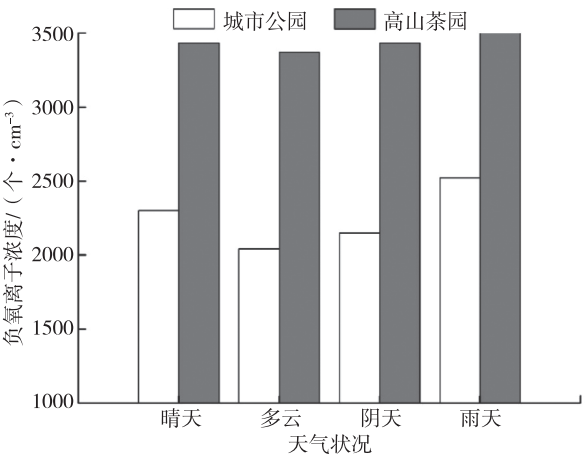


图6 4种天气状况下城市公园、高山茶园负氧离子浓度比较
Fig. 6 Comparison of NOIs concentration between Urban Park and Alpine Tea Garden under four weather conditions

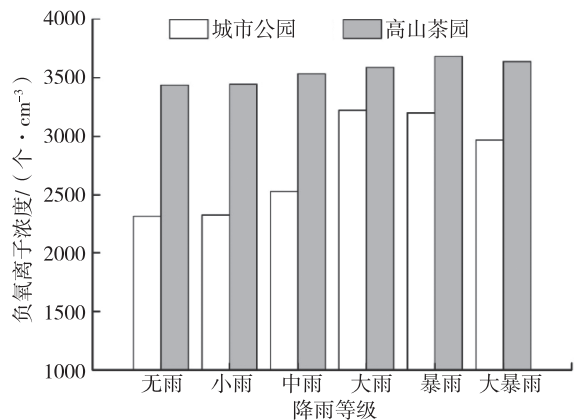


图7 无雨、5种降雨等级条件下负氧离子浓度比较
Fig. 7 Comparison of NOIs concentration under no rain and five levels of rainfall

上述研究表明暴雨天气条件下大气负氧离子浓度呈显著提高趋势。以2020年6月20日为例(暴雨天气),将2020年6月20日日降水量与负氧离子浓度进行比较(图8)。

2020年6月20日,城市公园降水时段出现在01—21时,随着降水量增大,负氧离子浓度明显升高(相关系数为0.63, $P < 0.01$)。该日降水峰值出现在03—04时、06—07时、13—14时、17—18时,

分别对应 4 个负氧离子浓度峰值段,07 时由 4243 个 $\cdot\text{cm}^{-3}$ 升高至 5291 个 $\cdot\text{cm}^{-3}$ 。高山茶园降水时段出现在 01—20 时,负氧离子浓度与降水量呈显著正相关关系(相关系数为 0.42, $P < 0.05$)。降水量与负氧离子浓度峰值分别出现在 05—06 时、10—11

时、16—17 时、18—19 时,19 时升高至日最高值 6670 个 $\cdot\text{cm}^{-3}$ 。说明强降水天气有助于负氧离子浓度增加。

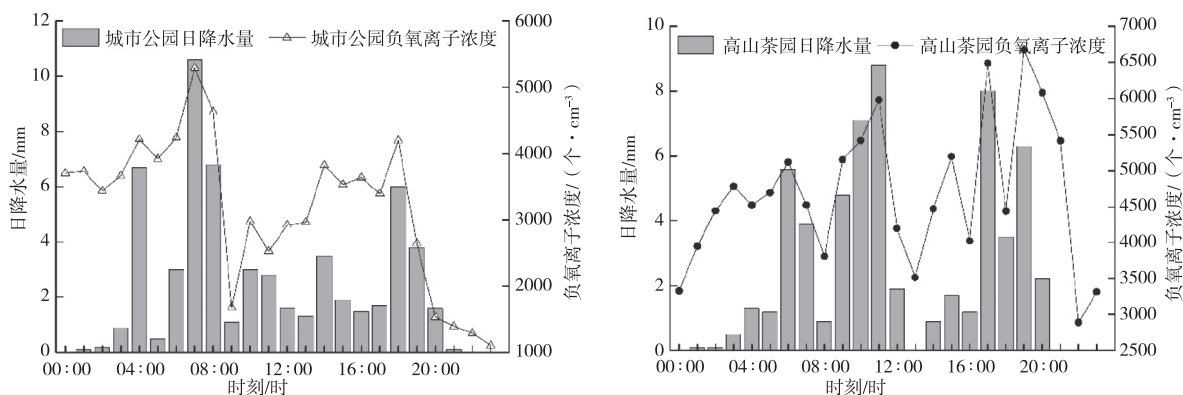


图 8 2020 年 6 月 20 日城市公园、高山茶园日降水量与负氧离子浓度比较

Fig. 8 Comparison of daily precipitation and NOIs concentration between Urban Park and Alpine Tea Garden on June 20th, 2020

3 结论和讨论

(1) 高山茶园负氧离子浓度高于城市公园。众多研究表明林区负氧离子浓度高于城市区负氧离子浓度^[9,15],针对茶园负氧离子浓度的研究较少,有待进一步研究。负氧离子浓度存在明显季节变化,夏季最高,冬季最低,春秋季次之,春季高于秋季,可能是由于夏季植物光合作用旺盛,植被覆盖率高,降水较多,负氧离子浓度相对较高。受江淮梅雨影响,强降水较多,湿度较大,负氧离子浓度于 6 月达最高值。

(2) 负氧离子浓度日变化整体呈“一峰一谷”变化趋势,峰值出现在上午,谷值出现在正午前后。可能是由于正午时刻,植物光合作用减弱,空气湿度减小,负氧离子浓度降至日最低值。

(3) 负氧离子浓度受气象要素影响,与气温、风速呈显著负相关;雨天负氧离子浓度最高,晴天次之,阴天和多云负氧离子浓度相对较低;随降雨等级提升,负氧离子浓度逐渐升高,城市公园升高更为显著,暴雨天气条件下大气负氧离子浓度显著提高。可能是由于强降水条件下,降水运动对水分子的剪切作用,其勒纳德效应增强,有利于负氧离子浓度的产生。

参考文献

[1] 国家林业局. 空气负(氧)离子浓度检测站点建设技术规范: LY/T2587-2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
[2] MATTHEWS, E. Assessment of methane sources and their

uncertainties[J]. Pure & Appl Chem, 1994, 66(1): 154-162.
[3] 钟林生, 吴楚才, 肖笃宁, 等. 森林旅游资源评价中的空气负离子研究[J]. 生态学杂志, 1998, 17(6): 56-60.
[4] 李济任, 许东. 森林康养旅游评价指标体系构建研究[J]. 林业经济, 2018(3): 28-34.
[5] 张宣, 陶颖. 基于 AHP 法的洪雅县康养旅游资源评价研究[J]. 乐山师范学院学报, 2020, 35(5): 71-76.
[6] 马雪清, 吴翠蓉, 卢金宝, 等. 台州市黄岩区大寺基森林康养基地风景资源质量评价[J]. 浙江林业科技, 2021, 41(4): 102-107.
[7] 张国兰, 杨丽桃, 王宇宸. 典型农牧交错区大气负氧离子浓度特征: 以内蒙古多伦县为例[J]. 草业科学, 2021, 38(10): 1890-1899.
[8] 尚媛媛, 王红波, 陶勇, 等. 赤水市大气负氧离子的时空特征及其与气象因子的关系[J]. 中低纬山地气象, 2018, 42(4): 43-48.
[9] 曹建新, 张宝贵, 张友杰. 海滨、森林环境中空气负离子分布特征及其与环境因子的关系[J]. 生态环境学报, 2017, 26(8): 1375-1383.
[10] 李正泉, 郑健, 胡晓, 等. 负氧离子浓度等级预测[J]. 林业与环境科学, 2021, 37(5): 84-90.
[11] 朱舒欣, 崔杰, 刘起雨, 等. 石门国家森林公园负氧离子浓度等级评价及其与环境因素的相关性分析[J]. 林业与环境科学, 2019, 35(5): 14-22.
[12] 彭琳玉, 许方岳, 王立夫, 等. 九连山国家森林公园负氧离子浓度时空变化及影响要素研究[J]. 西北林学院学报, 2020, 35(5): 233-239.
[13] 王芳芳, 胡跃文, 徐丹丹, 等. 贵州旅游气候优势及品牌效应初探[J]. 中低纬山地气象, 2022, 46(5): 88-92.
[14] GB/T28592-2012, 降水量等级[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
[15] 毛成忠, 于乃莲, 杜佳乐, 等. 典型城市区与森林区空气负氧离子特征比较分析[J]. 气象科技, 2014, 42(6): 1083-1089.