

DOI: 10.5846/stxb201306021275

王国新, 钱莉莉, 陈韬, 杨晓娜, 许振晓, 祝炜平. 旅游环境舒适度评价及其时空分异——以杭州西湖为例. 生态学报, 2015, 35(7): 2206-2216.

Wang G X, Qian L L, Chen T, Yang X N, Xu Z X, Zhu W P. Evaluation of tourism environmental comfort and its spatial-temporal differentiation: a case study of West Lake in Hangzhou, China. Acta Ecologica Sinica, 2015, 35(7): 2206-2216.

旅游环境舒适度评价及其时空分异 ——以杭州西湖为例

王国新¹, 钱莉莉², 陈 韬¹, 杨晓娜¹, 许振晓³, 祝炜平^{3,4,*}

1 浙江工商大学, 杭州 310018

2 南京大学, 南京 210000

3 杭州师范大学, 杭州 310018

4 浙江省城市湿地与区域变化研究重点实验室, 杭州 310018

摘要: 旅游环境舒适度是影响旅游者出行决策和消费行为的重要因素, 进一步影响到目的地适游期长短和旅游设施利用率。影响旅游舒适度的因素主要包括气候与环境两方面。以杭州西湖景区为研究对象, 尝试将影响舒适度的空气质量、噪音等环境因素与气候因素共同纳入评价体系, 选取温度、相对湿度、二氧化碳、一氧化碳、噪音 5 项指标和 6 个代表性检测点, 进行为期 1a 定时定点检测, 在排除二氧化碳与一氧化碳影响的基础上, 构建了旅游环境舒适度评价模型, 研究景区尺度存在的旅游环境舒适度时空分异特征。研究发现: 不舒适时段主要集中在 1 月上旬到 2 月下旬, 舒适和较舒适时段主要集中于 2 月下旬到 7 月中旬、8 月下旬到 11 月下旬; 山区与湖区各项环境指标要优于近城区、游客集聚区及交通繁忙区, 平均舒适度山区 (1.30) > 湖心区 (1.66) > 城区 (1.82) > 近城区 (2.02) > 游人集聚区 (2.47) > 交通繁忙区 (2.48)。6 个观测点在不同时段表现的舒适度差异也不同, 差异最大的时段出现在 4 月中旬到 5 月中旬, 差异最小时段出现在 1 月上旬到 2 月下旬。温湿度与噪音存在反向协同作用, 引起环境舒适度变化。温湿度舒适时段往往旅游活动频繁, 导致噪音升高降低了旅游环境舒适度。温湿度不舒适期旅游活动减少使得声环境相对舒适。

关键词: 旅游环境舒适度; 时空分异; 温度; 湿度; 噪音; 西湖

Evaluation of tourism environmental comfort and its spatial-temporal differentiation: a case study of West Lake in Hangzhou, China

WANG Guoxin¹, QIAN Lili², CHEN Tao¹, YANG Xiaona¹, XU Zhenxiao³, ZHU Weiping^{3,4,*}

1 Zhejiang Gongshang University, Hangzhou 310018, China

2 Nanjing University, Nanjing 210000, China

3 Hangzhou Normal University, Hangzhou 310018, China

4 Zhejiang Provincial Key Laboratory of Urban Wetlands and Regional Change, Hangzhou 310018, China

Abstract: Tourism environmental comfort (TEC) is a key factor for tourists to make travel decisions and choose trip patterns at the destination, which further affects the time span as well as the utility rate. Climate and environment are two major elements that affect TEC at an attraction area. While much research has been done on climatic comfort, little is found on the impacts of environmental factors. With increasing environmental pressure such as noise and air quality caused by over-crowding and heavy traffic, environmental factors have been found to have great effects on TEC at attraction areas in

基金项目: 浙江省自然科学基金项目 (LY12D01004); 浙江省自然科学基金项目 (LQ12D01005); 杭州师范大学遥感与地球科学研究院开放基金项目 (PDKF2012YG12)

收稿日期: 2013-06-02; **网络出版日期:** 2014-05-08

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhwp66@163.com

China. Being different from other studies, this paper tries to merge two environmental factors of air quality and noise into the evaluation system of TEC and focuses on the impacts of spatial and temporal variety on micro-TEC at a natural scenic area. In this study, the West Lake National Scenic Area in Hangzhou was selected as the study site, and five environmental parameters including temperature, humidity, CO₂, CO and noise, were monitored and recorded at 6 typical spots (mountain area, lake area, downtown, suburb, tourist-concentrated area and traffic-busy area) at a proximate interval of half a month from November 2010 to October 2011. Two days were chosen for the monitoring each month, usually a week day in the second week of a month and a weekend day in the last week of the month. Daily time for monitoring was from 12:00 to 14:00 each day, which was the busy time for tourist visitation. All the data collected at the six spots were calculated with a newly developed model, and spatial and temporal variation were analyzed. As a result we found: (1) Five indicators monitoring in mountain and lake area are better than downtown, suburb, tourist-concentrated area and traffic-busy area. (2) Recorded data of either CO or CO₂ density in the air was far from the uncomfortable benchmarks for all the six spots. So these two factors were not significant and omitted for consideration of TEC valuation. (3) Using the data of temperature, humidity and noise, a TEC evaluation model was developed and different degrees of TEC were classified for the study area; (4) The results suggested that there appears significant spatial and temporal variation of TEC in the study area. Mountain and lake areas enjoyed much better TEC than suburb, tourist-concentrated and traffic-busy areas, with their TEC indexes increasing from mountain (1.30), to lake area (1.66), downtown (1.82), suburb (2.02), tourist-concentrated area (2.47), and traffic-busy area (2.48). It seems that natural environments such as forest and water can provide better TEC at micro-scale. (5) TEC values at the six spots varied with time and places, with the maximum differences from mid-April to mid-May and the minimum from early January to late February. (6) Temporally, the period from early January to late February falls within the TEC range of uncomfortableness while the comfortable and fairly comfortable periods fall within both ranges from late February to mid-July and from late August to late November. (7) It is found that there could be a synergistic effect of humiture and noise. When humiture is within a comfort zone, frequent tourism activities cause noise increased and TEC decreased. When humiture is less comfortable, reduced tourism activities makes acoustic environment more comfortable.

Key Words: tourism environmental comfort; spatial-temporal variation; temperature; humidity; noise; West Lake

舒适度是人体通过感官感知与之接触的环境所作出的评价。影响旅游舒适度的因素主要包括气候与环境两方面。随着旅游活动的增强,人类活动导致的环境污染,如空气质量和噪音,已成为影响景区旅游环境舒适度的重要因素。将旅游景区气候和环境污染共同作用于人体感官而形成的感知评价称为旅游环境舒适度(TEC)。TEC影响旅游者目的地选择和消费行为,进而影响目的地适游期长短和旅游设施的利用,成为旅游业发展的先决条件^[1-2]。国内学者对旅游舒适度研究主要集中在气候方面,空间上以国家^[3]、省域^[4-9]、城市^[10-18]等大尺度居多,以景区为对象的小尺度研究较少,仅有丝绸之路^[19]、黄山^[20]、张家界^[21]、香格里拉^[22]等大旅游区域的研究。舒适度的评价一般采用定性与定量相结合的评价方法,多采用德尔菲法、层次分析法(Antalytic Hierarchy Process, AHP)、模糊数学方法(Fuzzy Mathematics Method)^[23],时间上以年、季、月为尺度,研究内容包括旅游气候舒适度评价模型、旅游气候舒适度时空分布特征^[5-6]、旅游气候舒适度与旅游流相关性^[13,15-16]等。舒适的旅游环境不仅受气候因素影响,还受空气质量、声环境等要素的综合影响。但国内涉及旅游区气候因子和环境因子综合量化研究成果十分鲜见。仅有学者对旅游区的个别环境质量因子展开研究。例如,王业青,张光生等研究了无锡市蠡湖公园旅游声环境与游客数量的相关关系^[24]。张雪华,王偶通过检测和计算的方法,探讨了旅游交通噪音对旅游生态环境和舒适性的影响,认为低声屏障可有效地控制交通噪声,改善旅游声环境舒适性^[25]。

旅游景区内部自然资源条件的差异、旅游活动空间分布不均衡、气候因素的季节性差异,以及人类活动与

自然环境相互作用,导致了旅游环境舒适度的时空差异。基于微观尺度的旅游环境舒适度评价,对景区适游期和适游区评估,旅游者行为预判,以及景区的保护与经营管理,有重要的借鉴意义。本文以杭州西湖景区为研究对象,通过对温度、湿度、CO₂、CO、噪声等五项指标进行为期一年定时、定点实测,筛选舒适度影响因子,建立评价模型,分析景区环境舒适度的时空分异特征。

1 研究区概况

西湖景区位于杭州城区西部,总面积约 59.04 km²。景区以西湖为中心,三面环山一面城,可分为湖滨、湖心、北山、南山和钱塘五区。其中,湖区面积 6.38 km²,平均水深 2.27 m,全湖各控点水质均达到Ⅳ类。山区面积 40 km²,森林覆盖率达 64.65%。西湖景区以其秀丽的湖光山色、众多的名胜古迹和悠久的历史文化而闻名于中外,为世界级文化景观遗产、国家级重点风景名胜区、国家 AAAAA 级旅游景区。景区大部分区域免费向市民和游客开放,2010 年接待人数为 2984.12 万人次,门票收入 28978.01 万元。近年来,旅游旺季由于游客过多造成的景区交通拥挤、环境污染和景区承载力不足问题,已成为景区管理面临的重大难题。

2 研究方法

2.1 指标选取

旅游过程中,大气环境与声环境是游客最基本的感知因素。大气环境主要通过气象与空气质量两方面影响人体感知,声环境主要通过噪音对人体产生影响。基于此,本研究选取温度、相对湿度、CO₂ 浓度、CO 浓度、噪音等五大因子作为西湖景区旅游环境舒适度评价的指标(表 1)。

表 1 西湖景区旅游环境舒适度影响因子

Table 1 Impact factors of Tourism environmental comfort in Westlake Scenic Area

影响因素 Impact element	影响因子 Impact factor	选择理由 Reasons for selection
气象 Climate	温度	气温是人体舒适度感知最显著的气候要素 ^[26] ,气温变化会引起许多生理变化,气温高于人体温度或太低,都会引起人体的不舒适;杭州处于亚热带地区,最舒适的温度范围是 18—25 ℃
	相对湿度	湿度与温度协同作用于人的舒适度感知。湿度通过影响水分代谢、热量代谢影响人体的舒适感觉,相对湿度为 45%—65% 时,人体感觉比较适宜;相对湿度在 60%—70% 之间时,有利于人体健康 ^[27]
空气质量 Air quality	二氧化碳	景区 CO ₂ 主要来源于汽车尾气排放及生物的呼吸作用。室外清新空气的二氧化碳浓度为 350 ×10 ⁻⁶ —400×10 ⁻⁶ ;人体对二氧化碳浓度的允许范围较宽泛,一般认为 1000×10 ⁻⁶ 是人体感到不适并产生困倦的阈值 ^[28]
	一氧化碳	CO 为有毒气体,景区 CO 主要来源于汽车尾气排放;空气中一氧化碳浓度达到 200×10 ⁻⁶ 时,人体在 2—3 h 后,感觉轻微头痛、乏力;达到 400×10 ⁻⁶ 时,3 h 后会威胁生命 ^[28]
声环境 Acoustic environment	噪声	噪声影响游客游览、休息。20—50 db 的声环境较为舒适;0—20 db、50—70 db 为较舒适;70—100 db 为不舒适,100 db 以上人体感觉极不舒适 ^[29]

2.2 检测点确定

实验地点为湖滨六公园、杨公堤南山路口、苏堤花港观鱼码头、苏堤三桥段中心、棋盘山游步道五个景区样点和武林广场一个城市参照点。6 个检测点环境特征可以归类为近城区、交通繁忙区、游人集聚区、湖心区、山林区和城区(图 1)。

2.3 实验与数据获取

实验为期 1a,从 2010 年 11 月至 2011 年 10 月,每月选择 2d,一般为每月中旬和月末的周日,特殊时期如黄金周、小长假则改为假日中间和假日结束后第 2 天。监测日的时间安排在 12:00 至 14:00,这是西湖景区一天中温度最高,且游人较多的时段。检测温度(℃)、湿度(%)、CO₂(10⁻⁶)、CO(10⁻⁶)所用的实验仪器为空气质量分析仪 KANO MAXIAQ MONITOR- MODEL2211。测量时保持仪器距地面 1.5 m。从 12:00 至 14:00,每间

隔 20 min 读数 1 次,共得到 6 个数据,对每个检测点的 6 次测量值取算术平均后得到该监测点的当日测量值。检测噪音用的仪器是 CEM DT-8850 数字噪音计。测量方法参照中华人民共和国国家标准《城市区域环境噪声测量方法》(GB/T 14623—93)。测量时间为 13:00 至 14:00;每个测点测量 6 次,每次测得 10 分钟的连续等效 A 声级均值,然后对 6 次测量值取算术平均得到该监测点的噪音值。为确保数据的可比性,6 个检测点同时按同样的方法、持同样的仪器进行测量。由于实验仪器对气体浓度的计量单位(PPM),与国家标准的浓度单位(mg/m^3)不一致,为方便对照国标,对检测的 CO_2 和 CO 数据进行换算,如公式 1。

$$\text{mg}/\text{m}^3 = M/22.4 \times \text{PPM} \times [273/(273+T)] \times Ba/101325 \quad (1)$$

式中, M 为气体分子量;PPM 为测定的体积浓度值($0.001\% = 10^{-6}$); T 为温度; Ba 为压力。

3 计算与分析

3.1 环境舒适度影响因子分析

3.1.1 气温

6 个检测点的年检测气温平均值排序为,交通繁忙区>近城区>游人集聚区>城区>山区>湖区。西湖景区年检测平均气温为 21.225°C ,城区为 21.220°C ,两者无显著差异。西湖景区内五个监测点,温度最高点是“交通繁忙区”,比温度最低点“湖心区”高出 3.4°C 。如图 2 所示,西湖景区夏季多高温,7 月底至 8 月各检测点的温度都达到 30°C ,局部甚至达到 35°C 以上的高温,远超过人体舒适温度 25°C 的上限,感觉很不舒适;冬季最冷月 1 月各检测点的均温保持在 5°C 左右,远低于人体舒适温度 18°C 的下限,感觉寒冷,也很不舒服;春秋两季西湖景区气温适宜,适合开展户外游览活动。

3.1.2 湿度

6 个检测点的年相对湿度平均值排序为,湖心区>游人集聚区>近城区>城区>山区>交通繁忙区。西湖景区年平均短时相对湿度 59.09% ,略高于杭州城区相对湿度 58.47% 。景区 5 个检测点年平均相对湿度最高湖心区比相对湿度最低交通密集区高出 13.05% 。相对湿度与景区中的水景分布密切相关,因湖心区、游人集聚区被湖水包围,近城区靠近湖区而三者相对湿度均较大。山林具有涵养水源,增加空气湿度的功能,因此山区相对湿度高于交通繁忙区。西湖景区一年中相对湿度的以 3、4 月份最低,5—11 月较高。其中 5 月底 6 月初受梅雨季节的影响,相对湿度较高,达到了 $50\%—80\%$ 。西湖景区秋冬季即 11—2 月相对湿度维持在 $40\%—70\%$ 之间,较适宜开展户外活动。5—6 月杭州经历梅雨季,西湖景区湿度较大,人体感觉闷热潮湿,并不适宜长时间的户外活动(图 3)。

3.1.3 二氧化碳

如图 4 所示,6 个检测点全年检测 CO_2 浓度在 $300 \times 10^{-6}—600 \times 10^{-6}$,未超过 1000×10^{-6} ,不会引起人体生理不适。西湖景区 CO_2 浓度年趋势平稳,未出现显著的季节性波动。 CO_2 检测年平均浓度,交通繁忙区>游人集聚区>城区>近城区>湖心区>山区。 CO_2 浓度最高的“交通繁忙区”比最低的“山区”平均高出 76×10^{-6} 。西湖景区年平均短时 CO_2 浓度为 463.03×10^{-6} ,市区为 464.16×10^{-6} ,两者无显著差别。旅游交通与旅游活动产生二氧化碳使得交通繁忙区和游人集聚区 CO_2 浓度较高,湖区与山区得益于水体与绿色植物对碳的吸收转化,降



图 1 西湖景区旅游环境舒适度检测点分布

Fig.1 Location of Tourism Environmental Comfort (TEC) monitoring spots at Westlake

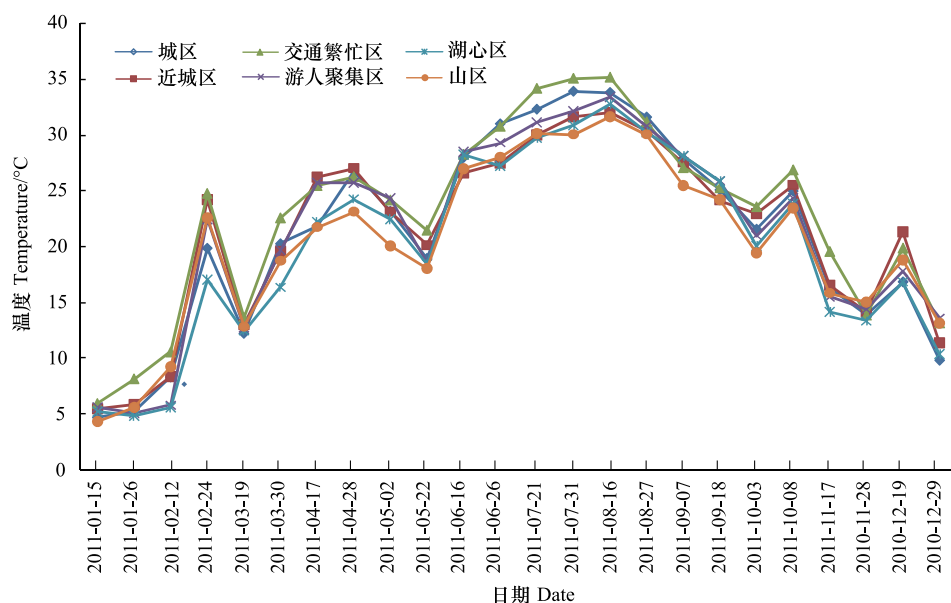


图2 各检测区气温变化趋势

Fig.2 Trend of temperature change at selected areas

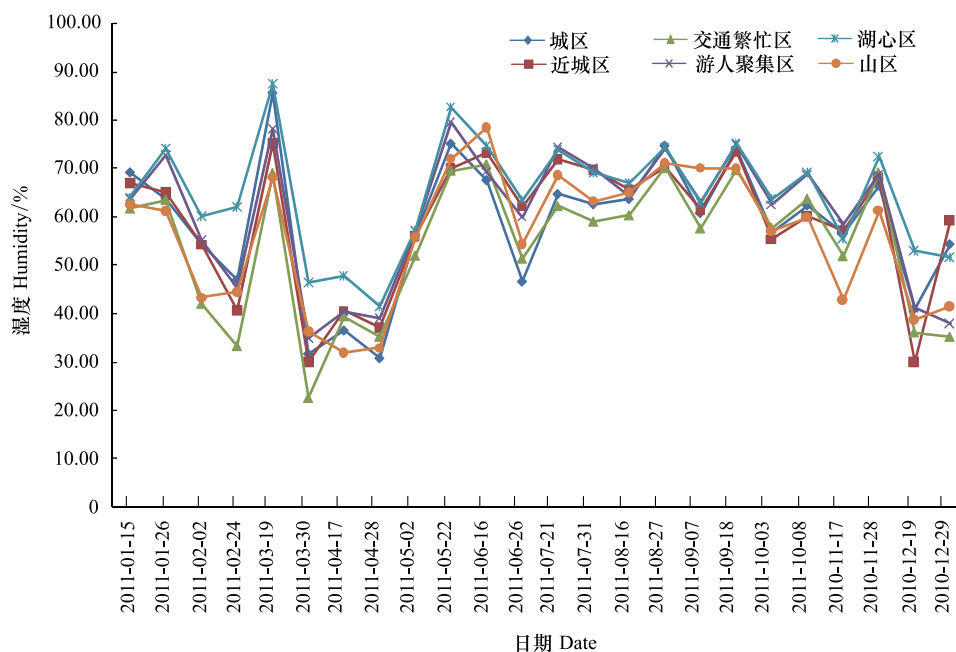


图3 各监测区湿度变化趋势

Fig.3 Trend of humidity change at selected areas

低了 CO_2 浓度。

3.1.4 一氧化碳

如图 5 所示,西湖景区及杭州城区年短时 CO 含量保持在 $0\text{--}4.5\text{ mg/m}^3$ 以内,并未超过每小时平均浓度 $4\text{--}10\text{ mg/m}^3$ 的国家一级标准,不会引起人体不适。西湖景区年短时平均 CO 浓度 1.87 mg/m^3 ,低于城区 2.1 mg/m^3 。景区 CO 年变化趋势明显,5、6、7、9、10 月较高,8 月中旬达到最低,这与旅游活动强度有一定关系,春、秋两季为传统旅游旺季,旅游活动较为频繁。6 个检测点年均 CO 浓度排序为,交通繁忙区>城区>花港码头>近城区>湖心区>山区。西湖景区内一氧化碳主要来自汽车尾气排放,可见交通繁忙区域的 CO 浓度最高,

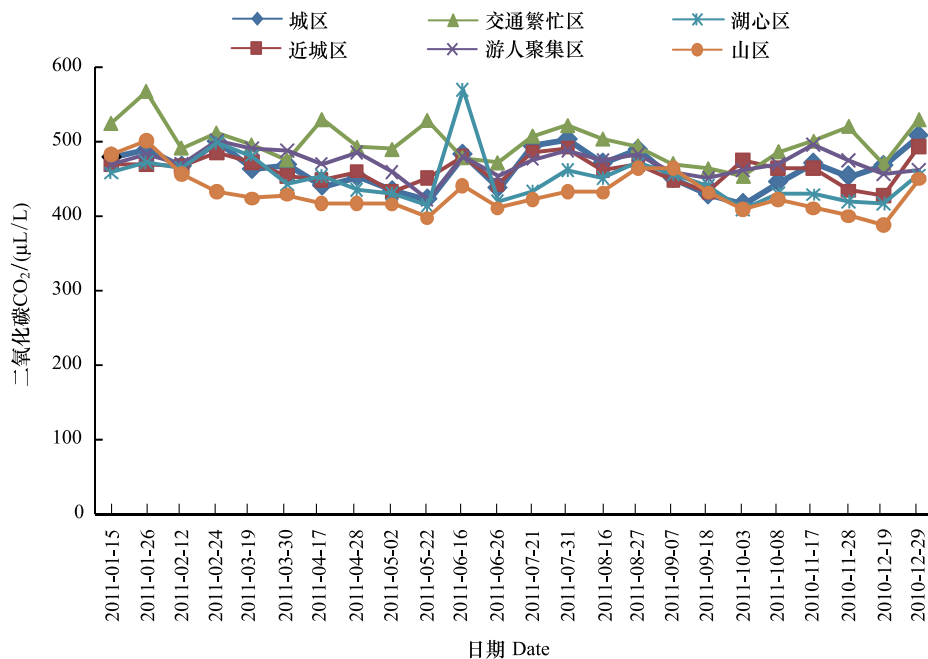
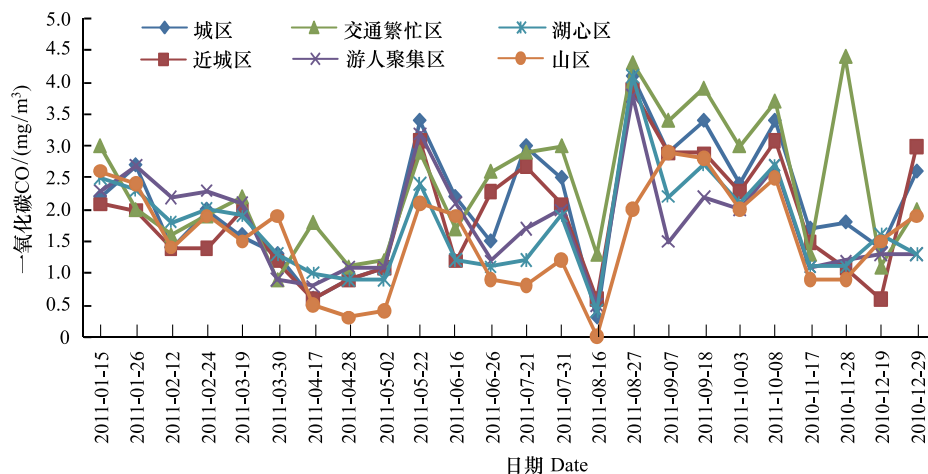
图4 各检测区 CO₂ 浓度变化趋势Fig.4 Trend of CO₂ density change at selected areas

图5 各检测区 CO 变化趋势

Fig.5 Trend of CO density change at selected areas

而湖心、山区等自然生态好,旅游活动相对较少的区域 CO 含量较低。

3.1.5 噪音

6 个检测点噪声在 20 db—80 db 之间,各检测区声环境差异较大。年检测平均短时噪声排序为,交通繁忙区>游人集聚区>近城区>城区>湖心区>山区。检测短时最高噪声出现在交通繁忙区南山路杨公堤路口,为 95.8 db;最低噪声出现在山区棋盘山,为 18.2 db。西湖景区年平均短时噪音 55.96 db 略高于城区的 54.3 db。交通繁忙区和游人聚集区检测年平均短时噪声超过国家标准可控的 5 db 以上,人体会感觉焦虑、难受,已影响到旅游体验。平均噪声量低于 55 db 的区位为湖心区和山区,符合舒适度标准(图 6)。

3.2 西湖景区旅游环境舒适度评价

代表空气质量的 CO₂、CO 浓度指标符合国家标准,对人体无不良影响,故将其排除。温度、湿度、噪音是影响西湖旅游环境舒适度的主要因子。温度与湿度对舒适度的影响可用温湿指数(公式 2)表征,两者的组合

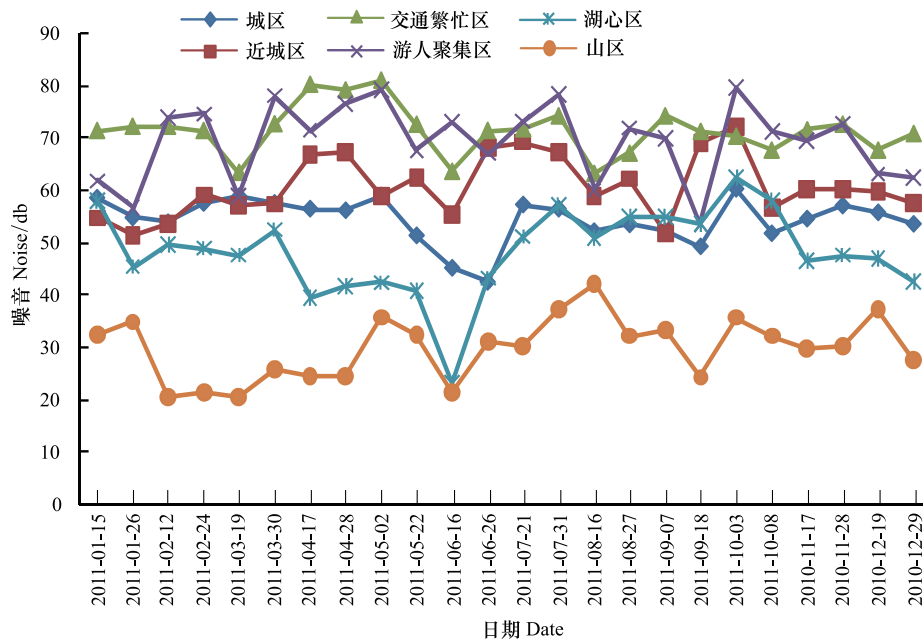


图6 各监测点噪声变化趋势

Fig.6 Trend of noise volume change at selected spots

反映人体与周围环境的热量交换,是人类气候感受的第一指标^[12]:

$$THI = t - 0.55(1 - f)(t - 14.4) \quad (2)$$

式中, t 为摄氏温度, f 为相对湿度, THI 表示温湿指数

温湿指数值 17—25 表示舒适,15—17、25—27 表示较舒适,小于 17 或大于 25 表示不舒适^[29]。取舒适状态下 17 和 25 之间的平均值 21 为最舒适点。噪音影响人体对声环境的舒适性感知,研究表明噪音 20—50 dB 为舒适,0—20 dB、50—70 dB 为较舒适,大于 70 dB 为不舒适^[29]。取舒适状态下 20—50 dB 之间的平均值 35 dB 为最舒适点。气候因素与声环境因素对人体产生综合效应,进而影响人们对旅游环境舒适度的综合评价。

为更好的研究两者对旅游环境舒适度的影响以及确定合理的舒适度等级,本文采用“距离法”。二维空间以噪声为横轴,温湿指数为纵轴,以确定的最佳噪音、温湿度点为圆心,其他已知各点与最佳点的距离代表舒适度。

首先将温湿指数、噪音值进行标准化(公式 3)与规范化(公式 4)处理,以解决不同类型数据可比性:

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}}, \text{ 其中 } x_j^{\max} = \max\{x_{ij}\}, x_j^{\min} = \min\{x_{ij}\} \quad (3)$$

$$y_{ij} = \frac{x'_{ij} + 0.5}{\sum_{i=1}^m (x'_{ij} + 0.5)} \times 1000 \quad (4)$$

其次,采用熵值法,确定噪声与温湿度对旅游舒适度的影响权重,根据公式 5 得到两者的权重分别为 0.28 和 0.72:

$$e_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m y_{ij} \ln y_{ij}, d_j = 1 - e_j, \text{ 第 } j \text{ 项指标权重为 } W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad (5)$$

再者,根据已经确定标准化、规范化处理后噪声与温湿度最佳点(4.757, 7.292)为圆心,以固定权重下各检测点到最佳噪音和温湿点的距离表示旅游环境舒适度:

$$S = \sqrt{0.28 \times (L_{Aeq} - 4.757)^2 + 0.72 \times (THI - 7.292)^2} \quad (6)$$

式中, LA_{eq} 表示噪音, THI 表示温湿指数。

最后将标准化、规范化噪音、温湿度的舒适等级的临界值,带入公式 6 得到旅游环境舒适度等级范围,见表 2。

表 2 旅游环境舒适度指数等级划分

Table 2 Range of tourism environmental comfort (TEC) index

舒适度指数 TEC Index	$S \leq 1.244$	$1.244 < S \leq 2.394$	$2.394 < S \leq 4.426$	$S > 4.426$
人体感觉 Feeling	舒适	较舒适	不舒适	极不舒适
级别 Rank	1 级	2 级	3 级	4 级

将实验数据代入公式 6,用 Matlab 绘制得到西湖景区各检测点的旅游环境舒适度指数值及舒适度等级如图 7 和图 8。

空间上,对 6 个检测点各 24 次检测数据的舒适度评价结果多数集中在较舒适和不舒适区域内。山区出现舒适 12 次,较舒适 9 次,不舒适 3 次;湖区出现舒适 5 次,较舒适 16 次,不舒适 3 次;城区出现舒适 5 次,较舒适 15 次,不舒适 4 次;近城区出现较舒适 18 次,不舒适 6 次;游人集聚区出现较舒适 12 次,不舒适 12 次;交通繁忙区出现舒适 12 次,不舒适 12 次。平均舒适度排序为:山区(1.30)>湖心区(1.66)>城区(1.82)>近城区(2.02)>游人集聚区(2.47)>交通繁忙区(2.48)。舒适度空间分布呈现山区最优,湖区次之,游人集聚区较差,交通繁忙区最差的格局。可见,自然环境对提高局部舒适度有一定影响,游客活动频繁以及旅游交通繁忙是导致景区局部区域环境舒适度下降的主要原因。时间角度,西湖景区旅游环境不舒适时段主要集中在 1 月上旬到 2 月下旬,舒适和较舒适时段主要集中于 2 月下旬到 7 月中旬、8 月下旬到 11 月下旬,可见春秋两季旅游环境舒适度相对较高,适合出行旅游,夏季炎热、冬季较为寒冷,舒适度相对较低。时空角度,六个观测点差异最大出现在 4 月中旬到 5 月中旬,表现为山区与湖区舒适、近城区与城区较舒适、游人集中区与交通繁忙区不舒适,环境舒适度平均极差为 2.16,而该时段六个区域平均温湿指数 21.8,属于舒适,极差为 1.3 显示相对差异较小;平均噪音 70.4 db 为不舒适,极差为 23.2 db 显示相对差异较大。4、5 月份气候温湿度舒适导致集中出游小高峰而引起游客与交通噪音升高,进而降低西湖景区整体旅游环境舒适度,可见噪音与温湿度存在一定的反向协同作用,引起环境舒适度的空间分异。差异最小时段出现在 1 月上旬到 2 月下旬,六个观测点的环境舒适均处于不舒适状态,其中平均噪声 61.9 db 为较舒适、极差 11.3 db,平均温湿指数 9.5 为不舒适,极差 2.1。1、2 月份气候温湿度为不舒适导致游客量相对减少,而使得环境噪音较低声环境较为舒适。

4 结论与讨论

西湖景区旅游环境存在一定的空间差异,相对来说山区与湖区各项环境指标要优于近城区、城区、游客集聚区及交通繁忙区。各检测点各项数据的年均指标排序如下:

- (1) 短时气温 交通繁忙区>近城区>游人集聚区>城区>山区>湖区;
- (2) 相对湿度 湖心区>游人集聚区>近城区>城区>山区>交通繁忙区;
- (3) 二氧化碳浓度 交通繁忙区>游人集聚区>城区>近城区>湖心区>山区;
- (4) 一氧化碳浓度 交通繁忙区>城区>游人集聚区>近城区>湖心区>山区;
- (5) 噪音 交通繁忙区>游人集聚区>近城区>城区>湖心区>山区。

用以表征空气质量的二氧化碳与一氧化碳浓度两项指标均符合国家相关标准,故将其排除,剩下温度、湿度、噪音三项纳入评价模型,借鉴温湿指数模型^[12],采用熵值法确定温湿度与噪音的影响权重,构建西湖景区旅游环境度评价模型,划定舒适度等级。研究显示:

(1) 时间角度 不舒适时段主要集中在 1 月上旬到 2 月下旬,舒适和较舒适时段主要集中于 2 月下旬到 7 月中旬、8 月下旬到 11 月下旬,可见春秋两季旅游环境舒适度相对较高,适合出行旅游,夏季炎热、冬季较为

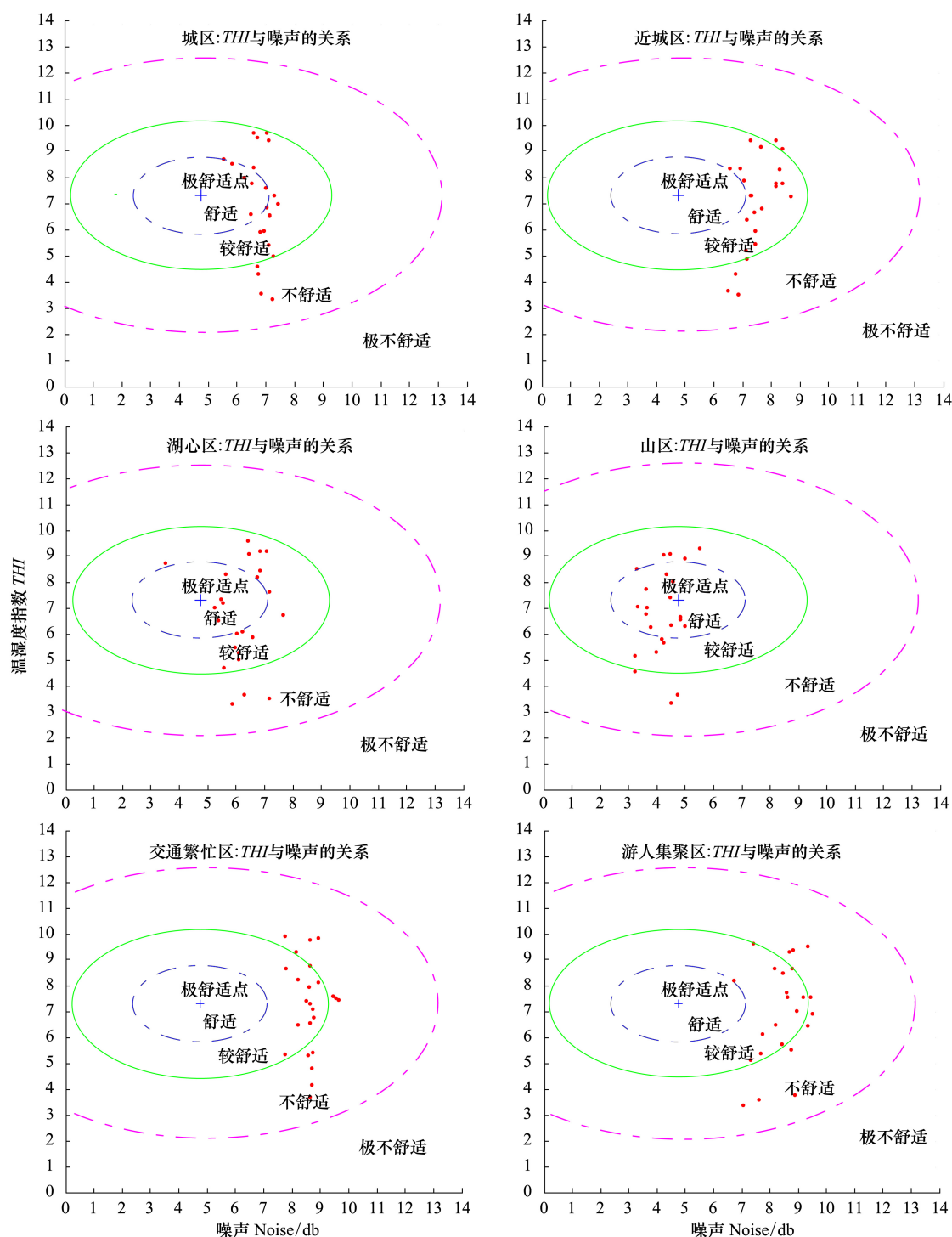


图7 西湖景区旅游环境舒适度空间分异

Fig.7 Spatial distribution of TEC index at West Lake Scenic Area

寒冷,舒适度相对较低。

(2)空间角度 旅游环境舒适度排序为:山区>湖心区>近城区>游人集聚区>交通繁忙区。大气候环境相似的情况下,山林、水体等自然资源对局部环境舒适度有一定的改善作用,旅游活动与交通是导致景区局部区域环境舒适度下降的主要原因。

(3)时空角度 旅游环境舒适度差异最大时段为4月中旬到5月中旬,山区与湖区舒适、近城区与城区较舒适、游人集中区与交通繁忙区不舒适。最小时段出现在1月上旬到2月下旬,6个检测区均处于不舒适

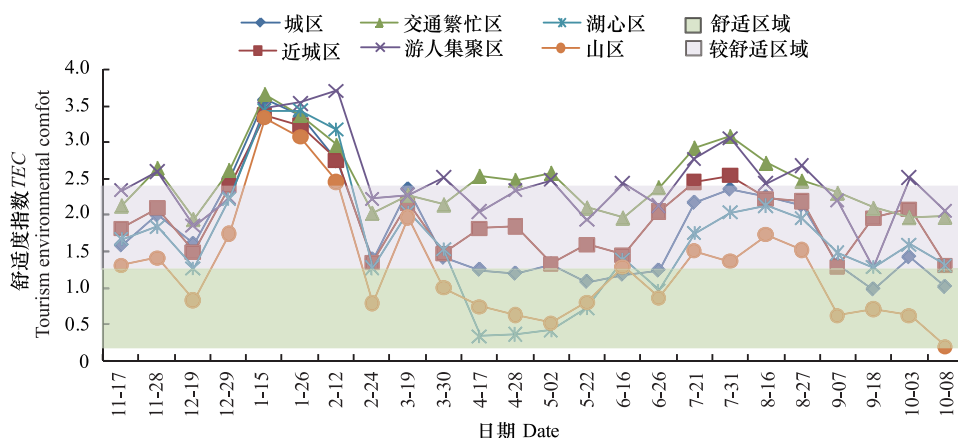


图8 西湖景区旅游环境舒适度时空分异

Fig.8 Spatial-temporal distribution of TEC index at West Lake Scenic Area

状态。

(4) 温湿度与噪音存在一定的反向协同作用,引起环境舒适度变化。由于温湿度舒适期一般为传统旅游旺季,局部旅游活动频繁导致噪音升高,从而降低了整体旅游环境舒适度;温湿度不舒适期一般为传统旅游淡季,旅游活动减少反而使得声环境相对舒适。

本研究对西湖景区旅游环境舒适度评价,是以旅游者直接接触的大气环境与声环境为主要考量因素。在排除一氧化碳、二氧化碳等空气质量影响的基础上,以温度、相对湿度和噪音三项因子构建环境舒适度评价模型,弥补了现有旅游气候舒适度评价的不足。然而影响旅游舒适度感知的因素不局限于上述三项,风、太阳辐射等短时气象因素,影响空气的质量固体颗粒物,自然景区中存在的负氧离子、植物精气、季节性花粉颗粒物等都会对舒适度产生一定影响。从人体感官听觉、嗅觉、触觉等维度建立全面的评价体系是本研究欠缺的,也是下一步有待深入研究的方向。

参考文献 (References):

- [1] Martin B G. Weather, climate and tourism a geographical perspective. *Annals of Tourism Research*, 2005, 32(3): 571-591.
- [2] Scott D, Lemieux C. Weather and climate information for tourism. *Procedia Environmental Sciences*, 2010, 1(1): 146-183.
- [3] 刘清春, 王铮, 许世远. 中国城市旅游气候舒适性分析. *资源科学*, 2007, 29(1): 134-141.
- [4] 李环娇. 陕西省旅游气候舒适度研究[D]. 西安: 陕西师范大学, 2008.
- [5] 王雁, 吴宜进, 朱江. 湖北省旅游气候舒适度分析. *华中师范大学学报: 自然科学版*, 2009, 43(1): 171-180.
- [6] 覃卫坚. 广西旅游气候舒适度分析. *广西气象*, 2003, 24(4): 50-58.
- [7] 王洪桥, 孟祥君, 吴正方. 吉林省旅游气候舒适度时空差异分析. *干旱区资源与环境*, 2012, 26(1): 141-148.
- [8] 李超, 李文峰, 陈威霖. 江苏省旅游气候舒适性分析及旅游区划. *长江流域资源与环境*, 2011, 20(S1): 14-17.
- [9] 杨成芳. 山东旅游气候舒适度评价. *山东气象*, 2006, 26(2): 5-7.
- [10] 马丽君, 孙根年. 中国西部热点城市旅游气候舒适度. *干旱区地理*, 2009, 32(5): 791-797.
- [11] 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. *地理科学进展*, 2009, 28(5): 713-722.
- [12] 马丽君, 孙根年. 中国热点城市旅游气候舒适度评价. *陕西师范大学学报: 自然科学版*, 2009, 37(2): 96-102.
- [13] 余赛芬, 骆培聪, 张莹莹, 叶爱青, 王娟. 武夷山市旅游气候舒适度与客流量变化相关性分析. *泉州师范学院学报*, 2012, 30(2): 52-57.
- [14] 赵小艳, 申双和, 孙虎声. 南京旅游气候舒适度的探讨. *南京气象学院学报*, 2008, 31(2): 250-256.
- [15] 孙根年, 马丽君. 西安旅游气候舒适度与客流量年内变化相关性分析. *旅游学刊*, 2007, 22(7): 34-39.
- [16] 马丽君, 孙根年, 康国栋, 王美红. 北京旅游气候舒适度与客流量年内变化相关分析. *干旱区资源与环境*, 2009, 23(2): 95-100.
- [17] 陈莎莎. 新疆旅游气候舒适度分析与评价研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆师范大学, 2009.
- [18] 黄东林. 桂林市旅游气候舒适度评价. *气象研究与应用*, 2010, 31(3): 27-29.
- [19] 姚小英, 蒲金涌, 刘晓强. “丝绸之路”东段旅游气候舒适性分析. *安徽农业科学*, 2010, 38(13): 6822-6824.

- [20] 陈冬冬, 张锦河, 刘法建. 黄山旅游气候舒适度与客流量变化相关性分析. 资源开发与市场, 2008, 24(7): 607-609.
- [21] 陈朝. 张家界国家森林公园旅游气候舒适度研究 [D]. 长沙: 中南林业大学, 2011.
- [22] 王金亮, 王平. 香格里拉旅游气候的适宜度. 热带地理, 1999, 19(3): 235-239.
- [23] 杨尚英, 张秦伟, 陈小宁, 郭晓辉. 旅游气候资源的 Fuzzy 评价探讨—以太白山为例. 咸阳师范专科学校学报, 1999, 6(2): 30-33.
- [24] 王业青, 张光生, 成小英, 李先会, 张凤. 湿地公园声环境效应. 中国农学通报, 2007, 23(6): 581-585.
- [25] 张雪华, 王侗. 低声屏障在旅游公路建设中的应用. 长安大学学报, 2003, 23(4): 67-68.
- [26] Denstadi J M, Jacobsen J K S, Lohmann M. Tourist perceptions of summer weather in Scandinavia. *Annals of Tourism Research*, 2011, 38(3): 920-940.
- [27] Leitte A M, Petrescu C, Franck U, Richter M, Suci O, Ionovici R, Herbarth O, Schlink U. Respiratory health, effects of ambient air pollution and its modification by air humidity in Drobeta-Turnu Severin, Romania. *Science of the Total Environment*, 2009, 407(13): 4004-4011.
- [28] 王湘. 旅游环境学. 北京: 中国环境科学出版社, 2001: 30-34.
- [29] 伦纳德, 奥托兰诺. 环境管理与影响评价. 郭怀成, 译. 北京: 化学工业出版社, 2004: 50-53.