

# 城市森林公园初冬CO<sub>2</sub>和温湿度的景观位置差异

乔晓雪

北京市通州区运潮减河公园管理处, 北京

收稿日期: 2025年11月24日; 录用日期: 2025年12月31日; 发布日期: 2026年2月24日

## 摘要

城市森林公园是城市休憩功能的主要承载功能单元, 它们的环境质量对城市宜居具有重要的作用。公园中不同的景观环境条件的高度差别是游憩活动中适宜景观位置选择和公园环境质量管理的重要基础。以北京市最大的城市绿地奥林匹克森林公园为研究场所, 对初冬无风良好天气条件下近地表空气中二氧化碳、温度和湿度在不同景观位置间的差异开展观测研究。结果显示, 初冬公园近地面空气二氧化碳浓度、温度和湿度呈明显的景观位置差异, 低处湿地和人工草坪是二氧化碳浓度较高的区域, 山坡则是湿度较低温度较好的景观位置。二氧化碳浓度、温度、湿度三者间的相关关系在各景观位置间也表现出不同的线性相关关系。这些结果可为初冬游憩活动中景观位置的选择提供一个参考。

## 关键词

城市森林公园, 空气质量, CO<sub>2</sub>, 湿度, 温度

## Variation of Near-Ground CO<sub>2</sub>, Relative Humidity and Temperature among Micro-Landscapes of Large Urban Forest Park in Northern China

Xiaoxue Qiao

Management Office of Jinghang Canal and Chaobai River Park, Tongzhou Bureau of Parks and Woods, Beijing

Received: November 24, 2025; accepted: December 31, 2025; published: February 24, 2026

## Abstract

Urban forest parks are critical recreation areas in megacities. Environmental quality plays a crucial role in enhancing the livability of a city. Air quality of micro-landscapes is fundamental for site choice in recreation and for environmental management in urban parks. This study selected Olympic Forest Park in Beijing to conduct an observation on three key near-ground air quality traits, *i.e.*, concentration of CO<sub>2</sub>, humidity and temperature. The variation of them among micro-landscapes was explored on a sunny winter day without wind. The results illustrated an apparent variation of concentration of CO<sub>2</sub>, humidity and temperature among hills, wetlands and nursed lawn in the park. The highest CO<sub>2</sub> concentration occurred in the nursed lawn, and the lowest appeared on hill. Hill had low humidity but high temperature. The relationship among the three traits also differed among the three micro-landscapes. These results may play a role in the proper choice of micro-landscape in winter for recreation in the forest park.

## Keywords

Urban Forest Park, Air Quality, CO<sub>2</sub>, Humidity, Temperature

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

公园作为承载城市休憩功能的主要景观单元,其环境质量对城市宜居有重要的作用[1][2]。城市公园往往具有类型多样的景观[3][4],如湖泊和河流构成的湿地景观,各类森林构成的森林景观,人工修建的游憩草坪。为增加公园地貌的多样性以塑造更多的游憩环境,一些公园还利用自然地貌或者人工构造地貌形成丰富多样的地形环境[5]-[7]。这些环境中的空气质量是公园的游憩条件的关键方面[8][9]。城市环境二氧化碳和温湿度是重要的环境指标[10][11]。公园中不同的景观与游人的空间分布常组合形成这些环境因子在不同景观位置间的高度差异。在北方城市中,冬季除了少数景观由于高强度的人工维护形成常绿的植被覆盖区外,大多区域植被释放氧气、调节二氧化碳的功能微弱,与地形和景观类型组合一起,可能会形成不利于休憩的局部空气环境。本研究以北京市最大的城市绿地奥林匹克森林公园为研究区,研究初冬无风良好天气条件下近地表空气中二氧化碳、温度和湿度在不同景观位置间的差异,试图为合理的游憩选择提供一些参考。

## 2. 研究方法

奥林匹克森林公园是北京市区最大的城市公园,也是休憩人数最多的公园。公园中各景观位置的植被、土壤、水分条件的差异塑造了近地表空气中二氧化碳和空气温湿度的差异,而二氧化碳、湿度、温度三者紧密相关。本研究选择奥林匹克公园为研究区。采用便携式空气检测仪对山坡(包括山坡、坡脊、山顶)、湿地(湖泊边缘芦苇湿地)、人工草坪三大类景观位置的三个参数进行观测,观测时间为2025年11月22日下午。每个点位观测不少于6个记录。仪器设置为泵吸状态,30秒采集一个数据,测量位置为距地面1.5 m高处。观测样点的空间分布如图1所示。将这些观测点归并为三类,即山坡、湿地、人工草坪,开展对比分析。山坡主要为各类森林,包括常绿针叶林和落叶阔叶林,主要树种有侧柏、杨树、油

松、白皮松、榆树等。

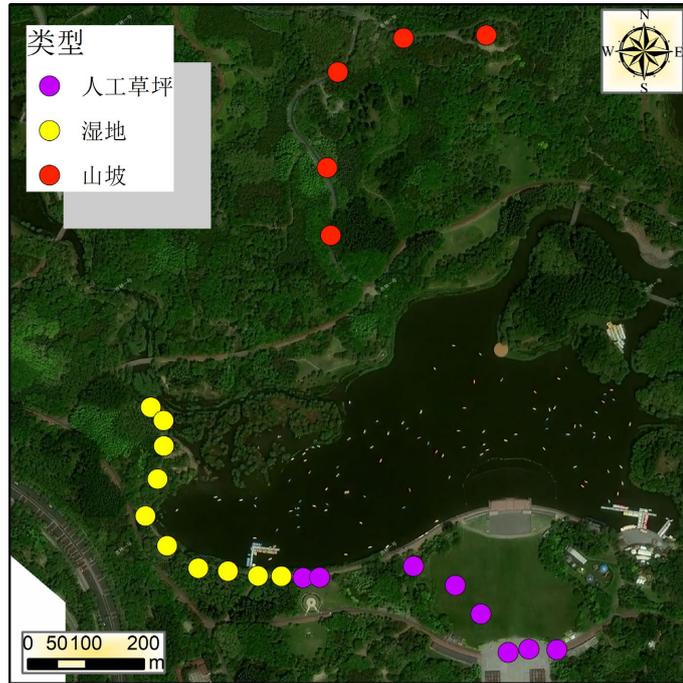


Figure 1. Locations of the observation sites  
图 1. 观测样点位置图

### 3. 结果

#### 3.1. 温度、湿度和二氧化碳浓度

观测当日公园里三大类景观的温度、相对湿度和二氧化碳浓度如图 2 所示。三个指标呈明显的景观位置间差异。山坡由于太阳光照较好，平均温度稍高(山坡 16.70℃、山脊 16.29℃、山顶 17.01℃)，湿地和人工草坪位于地处，光照稍差，温度稍低，平均分别为 11.1℃和 10.58℃ (图 2(A))。湿度则是人工草坪最高(55.3%)，湖泊边缘芦苇湿地次之(39.60%)，山坡各部位平均相对湿度(山坡 22.2%、山脊 21.9%、山顶 22.1%)最低(图 2(B))。二氧化碳浓度整体服从低处高于高处的规律，人工草坪最高(均值为 558 ppm)，湿地次之(均值 523 ppm)，山坡三个部位相对较低(山坡 456 ppm、山脊 433 ppm、山顶 437 ppm) (图 2(C))。

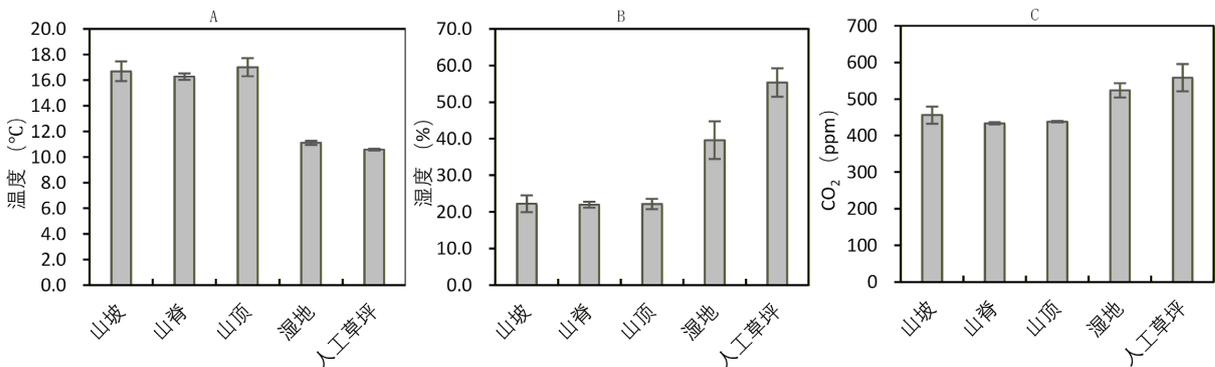


Figure 2. Temperature, humidity and concentration of CO<sub>2</sub> of landscape positions  
图 2. 各位置温度、相对湿度和二氧化碳浓度

山脊 CO<sub>2</sub> 最低的原因是空气容易向两侧流通, 山顶相对平坦的微环境在无风条件下扩散稍差, 山坡则因位置相对较低且林木覆盖空气流通更差而形成相对较高的二氧化碳浓度。

### 3.2. 温度、湿度和二氧化碳浓度相互关系

总体上, 温度与湿度之间呈线性正相关关系(图 3(D),  $p < 0.0001$ ), 但各个景观位置温度与湿度的关系存在明显的差别(图 3)。山坡温度与相对湿度呈线性正相关(图 3(A),  $p < 0.0001$ ), 而在湿地二者则表现出弱负相关(图 3(B))。在人工草坪, 温度和湿度之间没有明显的关系(图 3(C))。

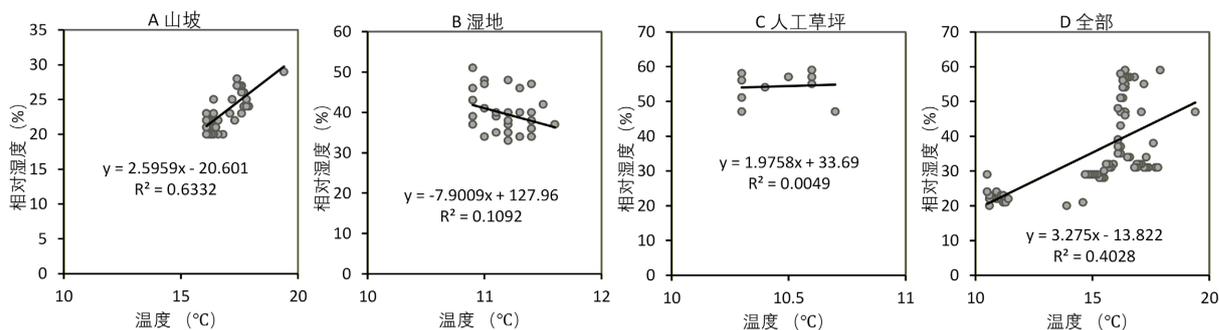


Figure 3. Correlation between temperature and humidity of landscapes

图 3. 各位置温度与相对湿度的关系

一般而言, 冬季近地面温度升高有利于地表土壤中二氧化碳的释放, 整体上二氧化碳浓度与温度呈线性正相关关系(图 4(D))。但本研究显示, 各景观位置二者的关系差别较大, 并不完全呈现明显的正相关关系(图 4)。山坡和人工草坪二者呈线性正相关(图 4(A)、图 4(C)), 但湿地则为弱负相关(图 4(B))。影响空气中二氧化碳浓度的局地因素包括局地温度外, 还包括局地二氧化碳的来源和空气流通状况。山坡空气流通状况好, 以低水分的土壤为主。湿地和人工草坪一是处于低洼位置, 空气流通不如山坡通畅, 此外, 湿地和人工草坪土壤来源的二氧化碳和游人较多形成相对多的二氧化碳排放。

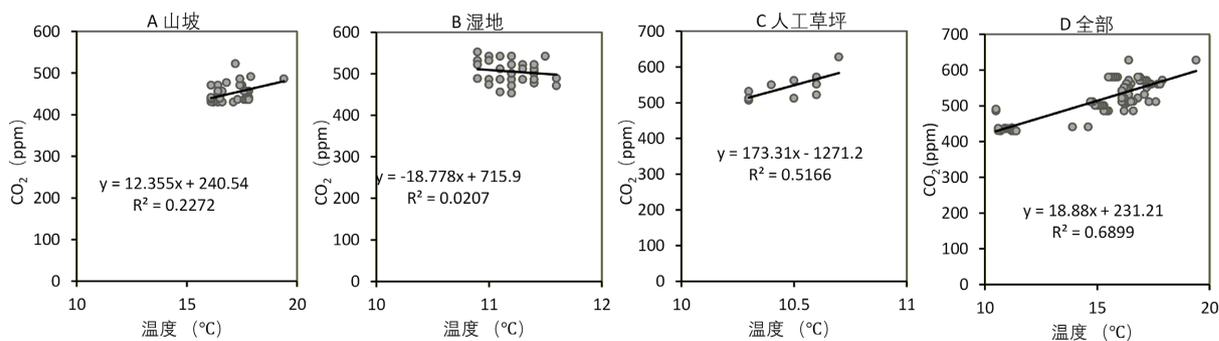


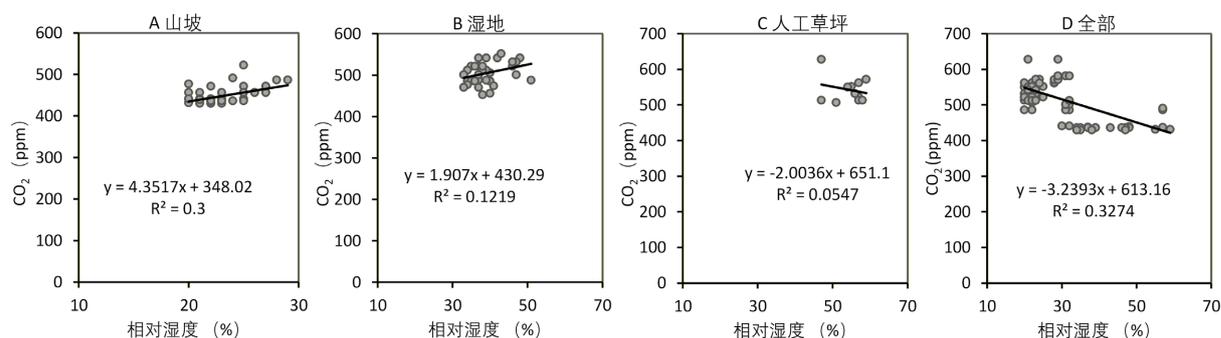
Figure 4. Correlation between temperature and CO<sub>2</sub> concentration of landscapes

图 4. 各位置二氧化碳浓度与温度的关系

相对湿度与二氧化碳浓度的关系总体上呈负相关, 但在不同的景观位置表现出明显的差别(图 5)。在山坡二者呈现明显的正相关关系(图 5(A)), 在湿地则为微弱的正相关(图 5(B)), 人工草坪相关关系不明确(图 5(D))。

## 4. 讨论

城市森林公园游憩人群类型和游憩方式丰富多样[12] [13], 各有最为适宜的小环境[13]。游憩人群



**Figure 5.** Correlation between CO<sub>2</sub> concentration and humidity of landscapes

**图 5.** 各位置二氧化碳浓度与相对湿度的关系

从健康状况方面包括一些身体状况存在某些方面欠佳的，如呼吸道疾病患者、心血管病患者等。游憩方式包括跑步等剧烈运动，也包括漫步、露营、观鸟等休闲方式。应根据不同健康状况的人群和不同的游憩方式选择适宜的微环境[13][14]。近地面空气指标应作为重要的参考。如跑步等剧烈运动对含氧量要求较高，则二氧化碳浓度较高的区域可能不适宜。通过对空气中二氧化碳、温湿度等的快速检测和实时发布，有助于提升城市森林公园在人群健康方面的贡献。本研究显示，初冬无风条件下低处的湿地和人工草坪二氧化碳含量较高，可能对在此处做剧烈运动的人群有一定不利影响，但空气湿度相对较高，可以缓解干燥。山坡则有较低的二氧化碳和温度，适合有氧运动。鉴于此，城市公园应加强对根据空气指标选择微景观的游憩提示，以更好地服务居民。然而，本研究是在特定公园初冬无风条件下的单日的观测研究，随着数据的丰富结果可能会有差异。另外，本研究未对城市气象环境背景的影响进行分析，因而只能说明公园内部局地景观位置间存在显著的差异。准确的预测预报还需要结合公园在城市气象场所所处的位置、周边土地利用情况等因素。

## 5. 结论

城市森林公园中不同的景观环境条件的高度差别是游憩活动中适宜景观位置选择和公园环境质量管理的基础。近地面二氧化碳浓度、湿度和温度是公园环境质量的重要方面。本研究以北京市最大的城市绿地奥林匹克森林公园为研究场所，对初冬无风良好天气条件下近地表空气中二氧化碳、温度和湿度在不同景观位置间的差异开展观测研究。结果表明，近地面空气二氧化碳浓度、温度和湿度在不同的景观间呈明显的差异，低处湿地和人工草坪是二氧化碳浓度较高的区域，山坡则是湿度较低温度高的景观位置。二氧化碳浓度、温度、湿度三者间的相关关系在各景观位置间也表现出不同的线性相关关系。总体上，冬日低处湿地边有较好的湿度条件，但温度和二氧化碳浓度可能是不利因素，山坡有较合适的二氧化碳浓度和温度，但湿度可能较低。因此，在冬日公园游憩活动中应根据自身需求选择合适的景观位置。

## 参考文献

- [1] 陶晓丽, 陈明星, 张文忠, 白永平. 城市公园的类型划分及其与功能的关系分析——以北京市城市公园为例[J]. 地理研究, 2013, 32(10): 1964-1976.
- [2] 许泽宁, 高晓路, 王志强, 马妍, 邓羽, 龙瀛. 中国地级以上城市公园绿地服务水平评估: 数据、模型和方法[J]. 地理研究, 2019, 38(5): 1016-1029.
- [3] 吴承照, 吴志强, 张尚武, 王晓琦, 曾芙蓉. 公园城市的公园形态类型与规划特征[J]. 城乡规划, 2019, 1(1): 47-54.
- [4] 胡洁, 吴宜夏, 吕璐珊. 北京奥林匹克森林公园景观规划设计综述[J]. 中国园林, 2006, 22(6): 1-7.
- [5] 张立磊. 山地地区城市公园地形设计研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 西南大学, 2008.

- [6] 肖竞, 曹珂, 杨亚林, 李若晨. 基于细分地形多尺度响应的山地城市公园空间适应性设计与精明增效[J]. 中国园林, 2025, 41(4): 63-70.
- [7] 杨利民. 北京奥林匹克森林公园仰山的填筑及大树种植工程要点[J]. 中国园林, 2010, 26(3): 73-76.
- [8] 孟玮, 张建国. 健康视阈下城市公园绿地休闲游憩适宜性评价——以杭州城北体育公园为例[J]. 中国农学通报, 2022, 38(34): 59-67.
- [9] 龚梦柯, 吴建平, 南海龙. 森林环境对人体健康影响的实证研究[J]. 北京林业大学学报(社会科学版), 2017, 16(4): 44-51.
- [10] 杨阳, 沈泽昊, 郑天立, 丁雨霖, 李本纲. 中国当前城市空气综合质量的主要影响因素分析[J]. 北京大学学报: 自然科学版, 2016, 52(6): 1102-1108.
- [11] 陈一文. 对人类持续安全健康生存, 大气“氧气枯竭”造成比“全球温室效应”更为严重恶果[J]. 中国人口·资源与环境, 2008(18): 287-290.
- [12] 李英, 朱思睿, 陈振环, 王学璠. 城市森林公园游憩者感知差异研究——基于城市休闲服务供给视角[J]. 生态经济, 2019, 35(1): 114-118.
- [13] 王珮涵, 马晓燕, 冯丽. 游客需求的城市森林公园游憩空间选择[J]. 北京农学院学报, 2014, 29(1): 57-59.
- [14] 王胜永, 徐杨, 李蕾, 倪欢. 城市森林公园游憩行为的研究——以济南西郊森林公园为例[J]. 山东林业科技, 2017, 47(3): 129-131.