

## 基于视嗅感知的校园绿地恢复性研究

### Research on Campus Green Space Restoration Based on Visual and Olfactory Perception

吴晓云 黄倩 金荷仙\*

WU Xiaoyun HUANG Qian JIN Hexian\*

(浙江农林大学风景园林与建筑学院, 杭州 311300)

(College of Landscape Architecture, Zhejiang A&F University, Hangzhou, Zhejiang, China, 311300)

文章编号: 1000-0283(2023)06-0038-08

DOI: 10. 12193/j. laing. 2023. 06. 0038. 005

中图分类号: TU986

文献标志码: A

收稿日期: 2023-02-15

修回日期: 2023-05-03

#### 摘要

随着现代社会的快速发展,大学生正面临越来越多学业、就业、人际关系等压力,校园绿地的恢复性效益受到业界的广泛关注。环境对人的恢复性过程是基于多感官体验的,目前对视觉、嗅觉景观交互体验的恢复性效益研究相对缺乏。为探讨秋季校园绿地的视觉、嗅觉景观对人体生理(心率、血压)和心理(注意力、情绪、满意度)状态的影响,以秋季校园中20处视觉景观图片作为视觉材料,以三种常见植物(沟叶结缕草(草碎)、金桂(花瓣)和银杏(果))作为嗅觉材料进行景观的视嗅交互感知实验,探究三种气味的感知评价、对绿地恢复性能力的影响以及该影响与视觉景观特征之间的关系。结果显示:(1)沟叶结缕草、金桂和银杏的气味分别被评价为中性、积极性和消极性气味;(2)沟叶结缕草气味能提高绿地降低心率的能力,提高人对绿地的满意度,三种气味均能提高绿地降低脉压差的能力,而对绿地提高注意力的能力、降低情绪纷乱值的能力有削弱作用;(3)沟叶结缕草和桂花气味对景观满意度的影响与景观的视觉质量呈负相关。基于研究结果对校园绿地中视觉、嗅觉景观的设计和管理提出建议,以期为健康支持性的校园环境建设提供参考和借鉴。

#### 关键词

风景园林; 嗅觉景观; 交互感知; 校园绿地; 恢复性环境; 景观特征

#### Abstract

With the rapid development of the city, college students are facing increasing pressure from academic, employment, and interpersonal relationships, and the restorative benefits of campus green space are concerned. The restorative benefits of the environment is based on multi-sensory experience, but existing researchs often base on single sensory, lack of sensory interaction research. In order to explore the influence of campus green landscape on human physiological (heart rate, blood pressure) and psychological (attention, emotion, satisfaction) state in autumn, the visual and olfactory interaction perception experiment was carried out by using PPT formed by 20 visual landscape pictures in autumn as visual materials and three common odors (*Zoysia matrella*, *Osmanthus fragrans* Lutea Group, and *Ginkgo biloba*) as olfactory materials, explore the perception and evaluation of the three odors, their impact on the resilience of green space, and the relationship between the impact and the visual landscape characteristics. The results showed that: (1) The odors of *Z. matrella*, *O. fragrans*, and *Ginkgo biloba* were evaluated as neutral, positive, and negative respectively. (2) The *Z. matrella* odor could improve the ability of green space to reduce heart rate and improve people's satisfaction with green space, and the three odors could improve the ability of green space to reduce pulse pressure but weaken the ability to improve attention and reduce emotional confusion. (3) The effect of *Z. Matrella* and *O. fragrans* odors on landscape satisfaction was negatively correlated with the visual quality of the landscape. Based on the results, some suggestions on the design and management of the visual and olfactory landscape in campus green space were put forward in order to provide some reference for the construction of a healthy and supportive campus environment.

#### Keywords

landscape architecture; smellscape; interactive perception; campus green space; restorative environment; landscape characteristics

#### 吴晓云

1998年生/女/浙江丽水人/在读硕士研究生/研究方向为风景园林规划与设计、康养景观规划设计

#### 黄倩

1997年生/女/浙江衢州人/在读硕士研究生/研究方向为风景园林规划与设计、康养景观规划设计

#### 金荷仙

1964年生/女/浙江东阳人/博士/教授、博士生导师/研究方向为风景园林历史理论与遗产保护、康复花园、植物景观规划设计

\*通信作者 (Author for correspondence)

E-mail: lotusjhx@zafu.edu.cn

#### 基金项目:

国家自然科学基金面上项目“芳香植物配置对人体亚健康干预效应研究”(编号: 51978626); 国家自然科学基金面上项目“视嗅感知协同作用下的城市绿地植物配置研究”(编号: 52278084)

随着城市的快速发展与公众生活方式的改变,人们面临越来越严峻复杂的健康问题。自1986年《渥太华宣言》颁布以来,健康促进已经成为人们应对健康挑战的重要策略。健康促进旨在促使人们维护和改善自身健康,其中,提供支持性环境是重要途径之一<sup>[1]</sup>。恢复性环境是一类可以减轻人们压力和心理疲劳,提高健康水平,对人产生健康促进作用的支持性环境<sup>[2]</sup>。恢复性环境最早由卡普兰夫妇提出,近年来,其对人的健康恢复能力逐渐得到认可,并开始受到学界的广泛关注<sup>[3-5]</sup>。校园绿地是学者们主要关注的自然环境类型之一。尤其是学业、就业以及社会问题引起的健康危机导致学生精神压力提升和心理问题的爆发,加强校园恢复性环境的研究与建设具有重要意义。

恢复性环境的主要理论来源包括注意力恢复理论(Attention Restoration Theory, ART)与压力减少理论(Stress Reduction Theory, SRT)。其中,注意力恢复理论<sup>[6]</sup>归纳了恢复性环境的4大主要特征:远离(being away)、迷人(fascination)、程度(extent)和相容(compatibility)。而压力减少理论<sup>[7]</sup>认为恢复性环境可以减轻人们的压力水平,从而达到恢复能力。两种理论都强调了人对自然环境的趋向性以及人的恢复是一个与自然接触的过程。在人与自然环境接触的过程中,感觉是人与环境交互的基础<sup>[8]</sup>,扎根认知理论强调了多模态感觉在暴露于自然环境中产生恢复效应的重要性<sup>[9]</sup>。虽然5种感官的组合共同构成对环境的感知,但绝大多数环境信息通过视觉和听觉获得<sup>[10]</sup>,因此关于环境感知的研究较多集中于视觉、听觉的交互研究上,嗅觉与其他感官交互的研究较少。而嗅觉和气味在人与环境的交互关系中同样发挥着重要

作用,能够影响环境的氛围<sup>[11]</sup>,引起身体的反应使人与空间产生更多的互动<sup>[12]</sup>,触发记忆、怀旧和熟悉感<sup>[13]</sup>等情感共鸣。因此在环境的多模态感知研究中,引入嗅觉因素的研究很有必要。有研究指出,绿地中的嗅觉因素可能有比视觉因素更高的恢复性潜力<sup>[14]</sup>。一些嗅觉与其他感官交互的研究证明,相较单一视觉感官,嗅觉感官的参与能增强对环境生物多样性的感知,增强环境恢复性效果<sup>[15]</sup>,同时,气味的存在会影响人的环境偏好<sup>[16]</sup>,且这种影响能力受到视觉特征的影响。视觉和嗅觉各自有多方面维度的特征,因此交互的机制是复杂的,基于不同价值导向,测量指标和方法也是多样的,在研究方法、内容上尚存在很多探讨空间。本研究以人的健康价值为导向,聚焦于视觉的感知特征与气味特征,探究视嗅交互感知在生理、情绪以及景观感知评价方面的相互作用,进一步丰富景观感知的研究,探明多感官之间的交互关系,对于丰富城市空间的感知维度与层次,理解环境感知和人类健康的内在机制具有重要意义。

基于物候常识和生活体验,景观的视觉呈现和气味都会随四季变化而变化,由此可知景观的季相和气味的组合会呈现一定的节律性。秋季是视觉和嗅觉景观均较丰富的季节,本研究聚焦于校园绿地在秋季时的视觉和嗅觉景观,探讨秋季校园绿地的视嗅交互感知及其恢复性效果,基于视嗅视角为校园恢复性环境的营建提供依据,为应对校园环境学生群体的健康问题提供借鉴。研究主要围绕两个问题展开:(1)绿地中的气味是否会对视觉景观的恢复性效果产生影响,不同气味会产生何种不同影响?(2)气味产生的作用与景观视觉特征之间有何种联系?

## 1 研究材料与方法

### 1.1 实验材料

#### 1.1.1 视觉材料

实验采取图像的呈现方法,该方法已广泛应用于景观规划和环境领域<sup>[17]</sup>。选取校园绿地中常见的20处秋季景观空间为样地,样地需涵盖各种功能类型的空间且较具有代表性。采集每个样地照片(每个样地筛选出一张)作为实验的视觉材料,将此20张照片以随机顺序制作成一个PPT作为本实验所用的视觉材料。根据前人的研究,接触3~5min的自然环境能够获得较高可靠性的研究结果<sup>[2]</sup>,本实验所用PPT播放总时长(即恢复体验时长)约为7min。

#### 1.1.2 嗅觉材料

以秋季校园绿地中常见的三种气味植物:沟叶结缕草(*Zoysia matrella*)、金桂(*Osmanthus fragrans* Lutea Group)和银杏(*Ginkgo biloba*)为材料,采取其嗅源部分(分别是沟叶结缕草碎、金桂花瓣和银杏果),实验时用透明无味的塑料盒盛放。为使气味的浓度更接近于实际环境中所闻到的,实验开始前随机邀请了10名在校学生,在每种材料的9个包含不同数量和距离的样品中嗅闻挑选出最适合的浓度,实验时材料的用量以该样本为参考。

### 1.2 实验对象

已有研究表明在校大学生作为实验参与者具有广泛性和科学性,大学生与普通大众的景观偏好没有显著差异<sup>[18]</sup>,学生可以替代大众进行景观评价。参考恢复性景观研究相关经验,招募浙江农林大学在校大学生参与实验,要求裸眼视力或矫正视力 $\geq 5.0$ ,无色盲色弱;嗅觉正常,无鼻炎及其他呼吸道疾病,无花粉过敏史。共计招募志愿者120名,

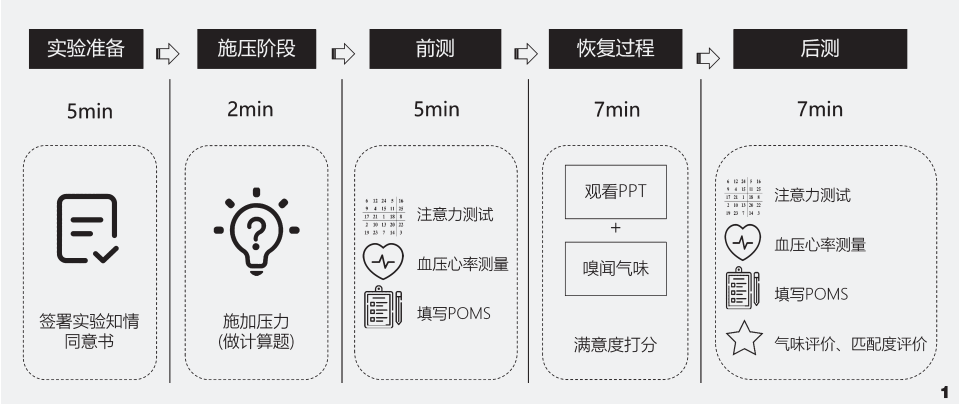


图1 实验流程  
Fig. 1 Experimental process

其中男性62人 (51.7%)，平均年龄 (23.7±2.3) 岁。所有实验对象均为自愿参与。

1.3 实验流程

120名参与者被随机分为4组，分别在4种不同的气味条件下观看校园绿地场景的

PPT。其中一组不设置气味作为空白对照组，其余三组分别在受试者左前方的桌上靠近肩膀高度摆放嗅觉材料，以模拟秋季校园环境能闻到的草坪修剪后的青草香、桂花花香和银杏果的气味。具体流程如图1所示，在恢复过程（指观看PPT和嗅闻气味）开始之

前，对志愿者进行2 min的计算题测试，作为施加压力的过程，测量做题之后的心率、血压、注意力和情绪状态 (T1)。进行视嗅觉干预过程的实验过程中，受试者每观看完一张照片，有5 s的时间对该照片的满意度感受进行打分，分值为1-10 (1表示非常不满意，10表示非常满意)，然后进行下一张图片的观看。体验结束后再次测量相应指标 (T2)，同时对所闻气味进行感知评价，并对气味和每张图片所示视觉景观的匹配度进行打分。

为排除声音和光线的干扰，实验室以室内灯光为恒定光源，显示屏的亮度保持不变，实验过程中窗户保持关闭。在每组实验完成后，开窗进行充分通风，以防下一组受到上一组残留气味的干扰。此外，为避免受试者对图片的脑电反应和打分评价受到图片顺序的影响，PPT以随机顺序自动播放图片。实验于2022年10-11月在浙江农林大学东湖校区学三506室开展。

表1 视觉特征  
Tab. 1 Measurement scale of landscape characteristics

| 指标<br>Indicators |        | 量化方式<br>Quantification method                      |
|------------------|--------|----------------------------------------------------|
| 景观要素组成           | 要素数量   | 指包含的景观要素 (植物、地形、水体、园路和构筑物) 的数量                     |
|                  | 要素占比   | 包括乔木、灌木、地被、建筑物、构筑物、铺装广场、道路、水体、天空、远山、干扰要素等在画面中的面积占比 |
| 空间感知特征           | 绿视率    | 乔木、灌木和地被 (包括茎叶枝) 在画面中的面积占比之和                       |
|                  | 植物配置结构 | 指乔灌木的组合搭配: 1=一层; 2=二层; 3=三层                        |
|                  | 空间开放性  | 指空间的私密或开放的程度: 1=很私密; 2=较为私密; 3=适中; 4=较为开放; 5=很开放   |
|                  | 视野开阔度  | 1=很封闭; 2=较封闭; 3=适中; 4=较开阔; 5=很开阔                   |
|                  | 景观色彩数量 | 大致的、易区分的颜色有几种, 例如红色、灰色、深绿色、浅绿色                     |
|                  | 植被生长状况 | 1=生长状态极不佳; 2=生长状态欠佳; 3=适中; 4=生长状态良好; 5=生长状态极佳      |
|                  | 植物多样性  | 1=多样性程度很低; 2=多样性程度低; 3=适中; 4=多样性程度高; 5=多样性程度很高     |
|                  | 水体可接近性 | 1=几乎不可靠近; 2=难以接近; 3=适可接近; 4=易接近; 5=极易接近            |
|                  | 地形起伏度  | 1=地形平坦; 2=地形轻微起伏; 3=地形略明显起伏; 4=地形较大起伏; 5=地形陡峭      |

2 数据和变量

2.1 视觉特征的量化

根据已有研究成果<sup>[19-21]</sup>，并参考相关研究经验<sup>[22]</sup>，将景观特征按照11个指标进行量化 (表1)，主要包括景观要素组成和空间感知特征的描述。由6位风景园林专业的硕士生、2位博士生和2位专业教师组成的评价小组按照表1中的标准，对20张照片的景观特征进行判断，取各特征的平均值作为照片的视觉特征描述。

2.2 气味的感知评价

每组实验结束后采用肖捷菱的气味愉悦感知模型量表对气味进行感知评价，量表包含9个影响气味感知质量的感知特征：强度、纯度、清洁度、新鲜度、平静度、喜好

度、熟悉度、适宜性和自然度，基于这9个指标对气味进行评估<sup>[23]</sup>。适宜性指的是气味出现在当下环境下的合理性，由于本实验每组的视觉材料是由多张图片形成视觉景观整体，无法对适宜性进行评估，故适宜性这项指标不做评价，采用视觉和嗅觉的匹配度这一指标来代替，对每种气味—每张图片匹配度进行1-5分（1为非常不匹配，5为非常匹配）的评价，这项评分任务在实验结束后进行。

## 2.3 恢复性效果的测度

结合恢复性环境相关理论，同时借鉴国内外相关研究的实验经验，采用生理信号、情绪感受、注意力及景观满意度这4项作为绿地恢复性效果的测量指标。

### 2.3.1 生理信号

应对压力事件时，个体自主神经系统会诱发心跳加速、呼吸加深、皮肤末梢血管收缩、血压升高、肾上腺素分泌等生理反应。心血管反应等生理信号能够客观、实时地反映个体的心理压力变化<sup>[24]</sup>。研究采用心率和血压这两个指标来反映受试者瞬时压力的变化。采用欧姆龙上臂电子血压计，并结合电子血压计的特征，每次至少测量血压2次，中间间隔1 min，取平均值。

### 2.3.2 心理状态

（1）情绪感受。情绪恢复绩效基于国内学者祝蓓里修订的简式POMS问卷<sup>[25]</sup>，该量表在研究中发现具有较好的信效度，并已得到广泛应用。量表由40条条词组成，涵盖紧张、愤怒、疲劳、抑郁、慌乱5个消极情绪因子以及精力、自尊感2个积极因子，以五级评分法打分（0-4分）；情绪状态总估价

（TMD）是由这7个情绪因子分计算得出的，TMD值越大，表明消极的情绪状态越多，心情更消极烦闷。

（2）注意力。舒尔特方格是国际公认的最简单、有效的注意力测试方法，分数越高表示注意力水平越低<sup>[26]</sup>。本实验使用5×5的舒尔特方格作为注意力的测试手段，将测试软件下载在平板电脑上进行操作。

### 2.3.3 景观满意度

已有研究证实视觉环境的满意度与人的恢复性评价密切相关<sup>[27]</sup>。因此本研究以景观满意度评分来表示受试者在嗅觉感官参与状态下对景观的认知评价。

## 3 数据处理与统计分析

在4组评价中，取每位受试者对20张图片满意度打分的平均值作为其对本组视觉图片整体的满意度评价。气味对景观满意度影响效应的计算方法为：图片在某一气味下的满意度减去无气味下（对照组）的满意度，得到三种气味对不同图片景观满意度的影响效应。每张照片的景观特征值选用10名评价人员评价的平均值。对于实验所得到的数据使用SPSS 26.0进行统计分析。使用的统计方法包括ANOVA单因素方差、两独立样本t检验、斯皮尔曼相关分析和多元线性逐步回归分析。

## 4 结果

### 4.1 三种气味的感知评价

ANOVA方差分析的结果显示（表2），受试者对沟叶结缕草碎、桂花花瓣和银杏果三种气味的主观浓度（ $F=4.243$ ， $p=0.017$ ）、清洁度（ $F=31.343$ ， $p<0.001$ ）、喜好度（ $F=81.545$ ， $p<0.001$ ）、新鲜度（ $F=50.331$ ， $p<0.001$ ）、熟悉

度（ $F=8.285$ ， $p=0.001$ ）和平静度（ $F=12.921$ ， $p<0.001$ ）的评价均存在显著性差异，对纯度（ $F=2.168$ ， $p=0.120$ ）和自然度（ $F=2.775$ ， $p=0.068$ ）的评价不存在显著性差异。进一步用Tukey的HSD检验进行事后两两对比，结果显示，桂花气味的清洁度和喜好度评价最高，其次是沟叶结缕草，最后为银杏（ $p<0.05$ ）；银杏果气味的主观浓度大于沟叶结缕草碎（ $p<0.05$ ），新鲜度、熟悉度和平静度均低于桂花花瓣和沟叶结缕草碎（ $p<0.05$ ）。将8个气味评价维度分解为8对相反的语义词组，将每个指标分数转为语义评价分数，可以看出，桂花气味的评价偏向于积极，是较为洁净、自然且新鲜的，并能使人感到平静，受到大家喜爱；而对银杏果气味评价偏向于消极，给人的感觉是较为肮脏、陈腐并且令人烦躁，不受青睐；对于沟叶结缕草碎的气味评价则较为中性，气味的自然度较高且较为熟悉（图2）。

## 4.2 气味对绿地恢复性效果和景观满意度的影响

### 4.2.1 对恢复性效果的影响

将三个组的恢复效果与对照组进行独立样本t检验，得到三种气味对各个指标的影响，如表3所示。

#### 4.2.1.1 对生理的影响

在对心率的影响方面，三个气味组与对照组之间均未发现有统计显著差异（ $p>0.05$ ）。从趋势上看，沟叶结缕草组和桂花组降低心率的作用均大于对照组，银杏组与对照组相近，4个组对心率降低作用排序为桂花组>沟叶结缕草组>对照组>银杏组。在对脉压差的影响上，三个气味组与对照组之间均未发现有显著差异（ $p>0.05$ ）。从趋势上看，桂花



表2 3种气味感知评价  
Tab. 2 Perception and evaluation of 3 aromas

| 指标<br>Indicators | 组别<br>Group | 平均值<br>Average | 标准差<br>Standard deviation | ANOVA  |       | 事后比较<br>Multiple comparisons |
|------------------|-------------|----------------|---------------------------|--------|-------|------------------------------|
|                  |             |                |                           | F      | Sig.  |                              |
| 浓度               | Q           | 3.77           | 1.223                     | 4.243  | 0.017 | Y>Q                          |
|                  | G           | 4.47           | 1.252                     |        |       |                              |
|                  | Y           | 4.70           | 1.393                     |        |       |                              |
| 纯度               | Q           | 3.97           | 1.829                     | 2.168  | 0.120 |                              |
|                  | G           | 4.83           | 1.315                     |        |       |                              |
|                  | Y           | 4.33           | 1.668                     |        |       |                              |
| 清洁度              | Q           | 4.27           | 1.552                     | 31.343 | 0.000 | G>Q>Y                        |
|                  | G           | 5.37           | 1.098                     |        |       |                              |
|                  | Y           | 2.67           | 1.295                     |        |       |                              |
| 自然度              | Q           | 5.5            | 1.480                     | 2.775  | 0.068 |                              |
|                  | G           | 5.57           | 1.223                     |        |       |                              |
|                  | Y           | 4.80           | 1.472                     |        |       |                              |
| 喜好度              | Q           | 4.47           | 1.306                     | 81.545 | 0.000 | G>Q>Y                        |
|                  | G           | 5.53           | 1.137                     |        |       |                              |
|                  | Y           | 1.90           | 0.923                     |        |       |                              |
| 新鲜度              | Q           | 4.73           | 1.413                     | 50.331 | 0.000 | Q>Y                          |
|                  | G           | 5.43           | 1.104                     |        |       | G>Y                          |
|                  | Y           | 2.17           | 1.440                     |        |       |                              |
| 熟悉度              | Q           | 5.70           | 1.119                     | 8.285  | 0.001 | Q>Y                          |
|                  | G           | 6.07           | 0.980                     |        |       | G>Y                          |
|                  | Y           | 4.77           | 1.633                     |        |       |                              |
| 平静度              | Q           | 4.63           | 1.586                     | 12.921 | 0.000 | Q>Y                          |
|                  | G           | 5.37           | 1.691                     |        |       | G>Y                          |
|                  | Y           | 3.23           | 1.675                     |        |       |                              |

表3 3种气味对绿地恢复性效果的影响  
Tab. 3 Impact of three odors on the restoration effect of green space

| 指标<br>Indicators | 沟叶结缕草<br><i>Z. matrella</i> | 桂花<br><i>O. fragrans</i> | 银杏<br><i>G. biloba</i> |
|------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------|
| 生理指标             | 心率                          | -2.38                    | -5.86                  |
|                  | 收缩压                         | -1.25                    | -0.18                  |
|                  | 舒张压                         | -1.69                    | +1.60                  |
|                  | 脉压差                         | +0.44                    | -1.79                  |
| 心理指标             | 注意力                         | +0.24                    | +0.38                  |
|                  | 积极情绪                        | +1.60                    | +3.09                  |
|                  | 消极情绪                        | +1.87                    | +1.90                  |
|                  | TMD                         | +0.27                    | -1.19                  |

注：\*表示p<0.05。

组降低脉压差的效果最好，4个组对脉压差降低作用排序为桂花组>银杏组>对照组>沟叶结缕草组。

4.2.1.2 对心理的影响

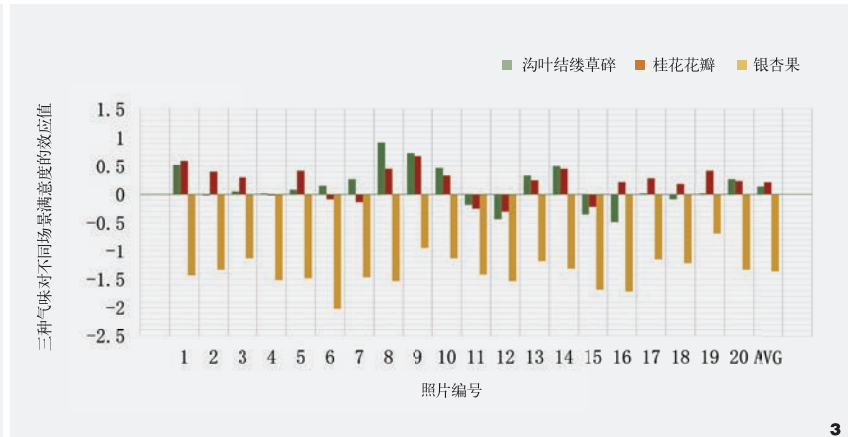
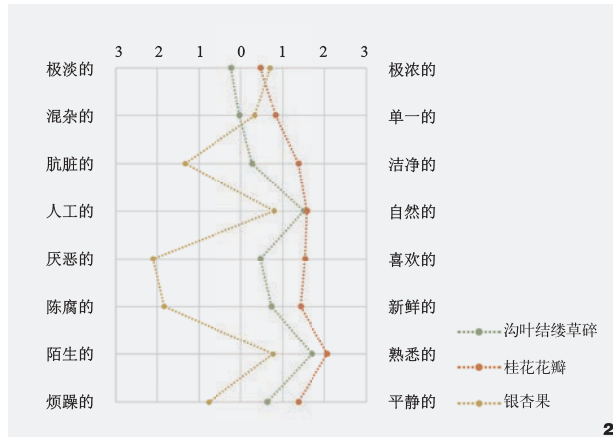
在对注意力的影响上，三个气味组与对照组之间均未发现显著差异 (p>0.05)。从趋

势上看，沟叶结缕草、桂花和银杏三个组对于注意力的提升作用均比对照组弱，4个组对注意力提高作用排序为对照组>沟叶结缕草组>桂花组>银杏组。

在对情绪的影响上，除银杏的消极情绪 (t=-2.070, p=0.048) 显著高于对照组外，三个气味组与对照组的积极情绪、消极情绪以及TMD均无显著统计差异。从趋势上看，积极情绪上，桂花组和沟叶结缕草组均高于对照组，而银杏组低于对照组，4个组排序为桂花组>沟叶结缕草组>对照组>银杏组；消极情绪上，三个气味组均高于对照组，且银杏组尤为明显，较对照组高出6.78分，4个组的排序为银杏组>桂花组>沟叶结缕草组>对照组；综合看TMD值，仅有桂花组低于对照组，而银杏组TMD值则低于对照组8.21分，4组的排序为银杏组>沟叶结缕草组>对照组>桂花组。

4.2.1.3 对景观满意度的影响

将每张图片在有气味情况下的满意度减去该图片在没有气味情况下的满意度，得到三种气味对20张图片景观满意度的影响效应 (图3)。受沟叶结缕草碎气味的影响，近一半的照片景观满意度有所上升，平均景观满意度提高了0.14分；受桂花花瓣气味的影响，一半以上的照片景观满意度有所上升，平均景观满意度上升了0.21分；受银杏果气味的影响，所有照片的景观满意度都大幅下降，平均景观满意度下降了1.36分。此外，对于照片11、12、15，三种气味的存在都降低了其景观满意度。可以看出，不同图片受到同一气味的影响也不尽相同，不同气味对同一张图片有着不同的效应。根据这一现象，推测气味产生的效应是否受到视觉、嗅觉感知特征的影响。为进一步探究此推测，将每种



气味对20张图片产生的效应与图片的视觉特征进行相关性分析，探究视觉、嗅觉对满意度评价的交互作用。

#### 4.3 气味对景观满意度的影响与景观特征之间的关系

##### 4.3.1 “气味效应—景观特征”的相关性分析

20张照片的景观要素组成如图4所示。将20张图片的景观特征与气味效应进行相关性分析。结果显示，沟叶结缕草碎对景观满意度的效应与植物配置结构有强相关性 ( $\text{Eta}^2=0.302$ ,  $p=0.047$ )，与景观美观度得分呈中等负相关；桂花花瓣对景观满意度的效应与地形起伏度呈中等负相关 ( $R=-0.481$ ,  $P=0.032$ )，与硬质铺装面积占比 ( $R=0.523$ ,  $P=0.018$ ) 和视嗅匹配度 ( $R=0.528$ ,  $P=0.017$ ) 呈中等正相关；银杏果对景观满意度的效应与植物配置结构 ( $\text{Eta}^2=0.308$ ,  $p=0.044$ ) 呈强相关，与植被生长状况 ( $R=0.524$ ,  $P=0.018$ )、硬质铺装面积占比 ( $R=0.538$ ,  $P=0.015$ ) 以及构筑物面积占比 ( $R=0.302$ ,  $p=0.047$ ) 呈中等正相关，与景观美观度得分呈中等负相关 ( $r=-0.547$ ,  $p=0.013$ ) (表4)。

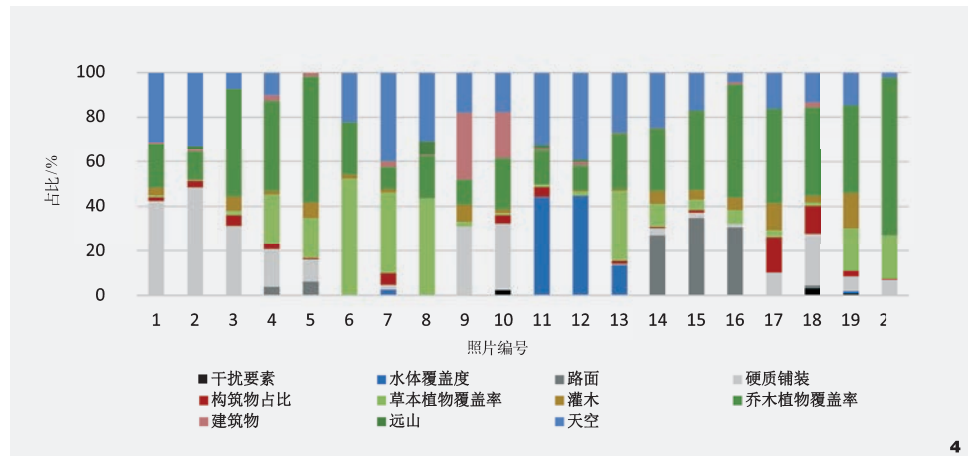


图2 气味感知SD语义评价  
Fig. 2 SD semantic evaluation of odor perception

图3 气味对不同视觉景观满意度的影响效应  
Fig. 3 Effect of odor on satisfaction of different visual landscapes

图4 20张照片的景观要素分布  
Fig. 4 Proportion of landscape element area of 20 pictures

##### 4.3.2 “气味的效应—景观特征”的多元线性回归分析

为进一步探究视觉特征与气味满意度效应的量化关系，将以上相关性显著的特征和其他接近但未达到显著 ( $0.05 \leq p < 0.1$ ) 的特征作为潜在因变量，进行逐步线性回归分析。结果显示 (表5)：对于沟叶结缕草碎的满意度效应，只有景观美观度得分被纳入模型中 ( $t=-2.912$ ,  $p=0.009$ )，调整后的  $R^2$  显示景观美观度打分能解释沟叶结缕草气味对

景观满意度效应的28.2%，说明景观美观度越高，沟叶结缕草气味提高景观满意度的能力越低。对于桂花的满意度效应，灌木面积占比 ( $t=2.727$ ,  $p=0.014$ ) 和景观美观度打分 ( $t=-4.898$ ,  $p<0.001$ ) 被纳入模型中，且调整后的  $R^2$  显示这两个因素能解释桂花气味对景观满意度效应的60.6%，说明在灌木多的地方加入桂花气味，可以达到提高景观满意度的效果，但桂花提高景观满意度的能力受到景观美观度的影响，景观美观度越高，

表4 气味对景观满意度的效应与景观视觉特征的相关性  
Tab. 4 The effect of odors on landscape satisfaction and its correlation with landscape visual characteristics

| 空间特征感知<br>Spatial feature perception |         | 沟叶结缕草<br><i>Z. matrella</i> | 桂花<br><i>O. fragrans</i> | 银杏<br><i>G. biloba</i> |
|--------------------------------------|---------|-----------------------------|--------------------------|------------------------|
| 景观要素组成                               | 景观要素数量  | -0.130                      | -0.174                   | 0.249                  |
|                                      | 天空      | 0.145                       | -0.122                   | -0.126                 |
|                                      | 硬质铺装    | 0.166                       | 0.523 <sup>*</sup>       | 0.538 <sup>*</sup>     |
|                                      | 路面      | -0.348                      | -0.113                   | -0.390                 |
|                                      | 乔木      | -0.234                      | 0.044                    | 0.062                  |
|                                      | 灌木      | -0.009                      | 0.417                    | 0.379                  |
|                                      | 草本      | 0.267                       | -0.105                   | -0.327                 |
|                                      | 色叶植物    | -0.295                      | -0.344                   | -0.131                 |
|                                      | 开花植物    | 0.126                       | 0.231                    | 0.044                  |
|                                      | 水体      | -0.298                      | -0.398                   | 0.062                  |
|                                      | 建筑物     | 0.058                       | -0.021                   | -0.035                 |
|                                      | 构筑物     | -0.176                      | -0.146                   | 0.471 <sup>*</sup>     |
|                                      | 远山      | -0.042                      | -0.217                   | -0.223                 |
|                                      | 干扰要素    | -0.045                      | 0.124                    | 0.384                  |
|                                      | 植物组合类型  | -0.504 <sup>*</sup>         | -0.426                   | -0.573 <sup>**</sup>   |
| 空间特征感知                               | 绿视率     | 0.085                       | 0.014                    | -0.135                 |
|                                      | 空间开放性   | -0.098                      | -0.162                   | -0.124                 |
|                                      | 视野开敞度   | -0.055                      | -0.295                   | -0.233                 |
|                                      | 景观色彩数量  | -0.131                      | -0.082                   | 0.167                  |
|                                      | 植被生长状况  | -0.123                      | -0.168                   | -0.524 <sup>*</sup>    |
|                                      | 植物多样性   | -0.029                      | -0.096                   | -0.169                 |
|                                      | 地形起伏度   | 0.028                       | -0.481 <sup>*</sup>      | -0.163                 |
|                                      | 景观美观度   | -0.553 <sup>*</sup>         | -0.760 <sup>**</sup>     | -0.0547 <sup>*</sup>   |
|                                      | 与气味的匹配度 | 0.198                       | 0.495 <sup>*</sup>       | -0.129                 |

注：植物组合类型（分类变量）报告的值为Eta值，其余变量（连续变量）报告的值为斯皮尔曼相关系数；\*表示p<0.05，\*\*表示p<0.01。

表5 气味对景观满意度的效应与景观视觉特征的回归分析  
Tab. 5 Regression analysis of the effect of smell on landscape satisfaction and landscape visual characteristics

| 效应<br>Effect                                  | 自变量<br>Independent variable | B      | β      | t       | P     |
|-----------------------------------------------|-----------------------------|--------|--------|---------|-------|
| 沟叶结缕草碎<br>(调整的R <sup>2</sup> =0.282, F=8.480) | (常量)                        | 1.674  | -      | 3.145   | 0.006 |
|                                               | 景观美度                        | -0.232 | -0.566 | -2.912  | 0.009 |
| 桂花花瓣<br>(调整的R <sup>2</sup> =0.606, F=15.636)  | (常量)                        | 1.266  | -      | 4.146   | 0.001 |
|                                               | 景观美观度                       | -0.222 | -0.705 | -4.898  | 0.000 |
|                                               | 灌木面积                        | 2.442  | 0.392  | 2.727   | 0.014 |
| 银杏果<br>(调整的R <sup>2</sup> =0.626, F=16.877)   | (常量)                        | -1.683 | -      | -26.535 | 0.000 |
|                                               | 灌木面积                        | 3.872  | 0.604  | 4.292   | 0.000 |
|                                               | 植物配置结构(三层)                  | -0.343 | -0.600 | -4.257  | 0.001 |

桂花气味起到的作用越弱。对于银杏果气味，灌木面积占比 (t=4.292, p<0.001) 被纳入模型中，同时植物配置结构被作为控制变量纳入，说明在排除了植物配置结构的干扰后，减少灌木的配置有利于缓解银杏果气味对景观满意度造成的不利影响。

5 结论与讨论

5.1 气味对绿地的恢复性影响

本研究探究了同样的绿地视觉刺激下，三种园林气味的存在对绿地恢复性的影响。三种秋季常见的植物沟叶结缕草、桂花和银杏，按照气味评价结果，可分别定性为中性、积极和消极气味。针对本文的第一个研究问题：绿地中的气味是否会对视觉景观的恢复性效果产生影响，不同气味会产生何种不同影响。研究得出：这三种气味中，桂花对心率和脉压差的降低、积极情绪的提升以及情绪纷乱值的降低有较好的效果，这与以往研究的结论较为契合<sup>[29]</sup>；沟叶结缕草气味在降低心率上有一定效果；而银杏果作为不太受欢迎的气味，容易降低人的积极情绪，并且产生较多消极情绪。值得注意的是，三种气味的引入并未对注意力的提升产生积极影响，并一定程度上增加了消极情绪。此外，银杏果气味降低了20个样地的平均景观满意度，沟叶结缕草和桂花气味提高了景观的满意度。

桂花和沟叶结缕草气味评价均为正向，但却降低了一些场景的景观满意度，其中“气味对景观满意度的效应—视觉特征”的相关性分析结果可以对此进行解释。推测可能是由于气味和场景的不匹配以及场景本身景观质量较高的原因。首先，桂花气味对景观满意度的影响与视嗅匹配度呈负相关，当图片中未出现桂花而闻到桂花香味，即所闻气味与所见景观不匹配时，对景观的满意度会降低。其次，两种植物气味的效应均与景观美观度呈负相关，当场景本身已经具有较高的审美质量，再在其中引入气味反而会引起景观满意度的下降。

5.2 气味景观的恢复性效果受到视觉景观的影响

其他感官的参与很有可能会对嗅觉的效

果产生交互作用<sup>[29]</sup>。而本实验“气味对景观满意度的效应—视觉特征”相关性的探究结果证实了这一点，解答了本文的第二个研究问题：气味产生的作用与景观视觉特征之间有何种联系。结果显示：沟叶结缕草和桂花对环境恢复性效益与景观视觉景观美观度呈负相关，即景观的视觉质量越高，沟叶结缕草和桂花的气味对绿地恢复性的提升效果越小，甚至会起到反作用。对于桂花气味，其恢复性效果还受到灌木面积的影响，当视觉景观中呈现较多的灌木时，桂花的恢复性效果会增强。而对于银杏的气味，其对绿地恢复性效果的影响也与灌木面积有关，当灌木的面积较多时，可以减弱银杏果气味带来的消极影响。

5.3 校园恢复性视嗅景观设计

环境中的气味应加以管理和设计，一方面，通过增加气味植物的应用，增强绿地的保健功能，另一方面尽量减少消极气味的负面影响以增强人们在其中的恢复性体验，营造更优美怡人的校园环境<sup>[30]</sup>。景观的视觉和嗅觉会产生交互作用。因此，在校园环境的建设中，为使景观空间具有更佳的恢复性效果，需要结合视觉环境来进行气味的管理和设计。根据本研究结果，在景色非常优美的环境中，不宜种植过多香气植物；将桂花栽植在以灌木为主的景观空间中，可以提高恢复性环境的质量；在种植了银杏的景观空间中适当配植灌木，可减少掉落的银杏果散发的气味所带来的不舒适感。

5.4 研究展望

芳香植物是园林景观中环境气味的主要来源，一个好的视嗅景观离不开对芳香植物科学合理的应用和配置。因此，在今后的研究中，可进一步开展植物气味与景观空间

营造相结合的实证研究。同时，还可将研究对象扩大到老人、儿童等群体，针对社区公园、森林公园等不同类型的绿地开展更多的研究。

注：文中图表均由作者绘制。

参考文献

[1] 王兰. 绿色空间的健康促进[J]. 风景园林, 2021, 28(5): 6-7.

[2] KAPLAN R, KAPLAN S. The Experience of Nature: A Psychological Perspective[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

[3] KARMANOV D, HAMEL R. Assessing the Restorative Potential of Contemporary Urban Environment(s): Beyond the Nature Versus Urban Dichotomy[J]. Landscape and Urban Planning, 2008, 86(2): 115-125.

[4] 陈箐, 翟雪倩, 叶诗韵, 等. 恢复性自然环境对城市居民心智健康影响的荟萃分析及规划启示[J]. 国际城市规划, 2016, 31(4): 16-26.

[5] 徐磊青. 恢复性环境、健康和绿色城市主义[J]. 南方建筑, 2016(3): 101-107.

[6] KAPLAN S. The Restorative Benefits of Nature: Toward an Integrative Framework[J]. Journal of Environmental Psychology, 1995, 15(3): 169-182.

[7] ULRICH R S. Aesthetic and Affective Response to Natural Environment[J]. Human Behavior & Environment: Advances in Theory & Research. Boston, 1983, 6: 85-125.

[8] ZURAWICKI L. Neuromarketing: Exploring the Brain of the Consumer[M]. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2010.

[9] GALLESE V, LAKOFF G. The Brain's Concepts: The Role of the Sensory-motor System in Conceptual Knowledge[J]. Cognitive Neuropsychology, 2005, 22(3): 455-479.

[10] TREICHLER D G. Are You Missing the Boat in Training Aids?[J]. Film Commun, 1967, 1: 14-16.

[11] LARGEY G P, WATSON D R. The Sociology of Odors[J]. American Journal of Sociology, 1972, 77(6): 1021-1034.

[12] ANDERSON K, DOMOSH M, Pile S, et al. Handbook of Cultural Geography[C]. 2002.

[13] GORMAN R. Smelling therapeutic landscapes: Embodied encounters within spaces of care farming[J]. Health & Place, 2017, 47: 22-28.

[14] HEDBLOM M, GUNNARSSON B, IRAVANI B, et al. Reduction of Physiological Stress by Urban Green Space in a Multisensory Virtual Experiment[J].

Scientific Reports, 2019, 9(1): 10113.

[15] SCHEBELLA M F, WEBER D, SCHULTZ L, et al. The Nature of Reality: Human Stress Recovery During Exposure to Biodiverse, Multisensory Virtual Environments[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2020, 17(1): 56.

[16] ZHAO J, HUANG Y, WU H, et al. Olfactory Effect on Landscape Preference[J]. Environmental Engineering and Management Journal, 2018, 17(6): 1483-1489.

[17] ZUBE E H, PITT D G. Cross-cultural perceptions of scenic and heritage landscapes[J]. Landscape Planning, 1981, 8(1): 69-87.

[18] YAO Y, ZHU X, XU Y, et al. Assessing the Visual Quality of Green Landscaping in Rural Residential Areas: The Case of Changzhou, China[J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2012, 184(2): 951-967.

[19] 段艺凡, 李树华. 植物群落景观的观赏形式对人体生理反应的影响[J]. 风景园林, 2022, 29(3): 105-111.

[20] ARRIZAZ M, CANAS-O J F, CANAS-M J A, et al. Assessing the Visual Quality of Rural Landscapes[J]. Landscape and Urban Planning, 2004, 69(1): 115-125.

[21] WANG R, ZHAO J, LIU Z. Consensus in Visual Preferences: The Effects of Aesthetic Quality and Landscape Types[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2016, 20: 210-217.

[22] ZHAO J, XU W, YE L. Effects of Auditory-Visual Combinations on Perceived Restorative Potential of Urban Green Space[J]. Applied Acoustics, 2018, 141: 169-177.

[23] XIAO J, TAIT M, KANG J. A Perceptual Model of Smellscape Pleasantness[J]. Cities, 2018, 76: 105-115.

[24] 严璘璘, 骆宏, 危静, 等. 心理压力的测量方法及新技术[J]. 应用心理学, 2019, 25(1): 32-47.

[25] 祝蓓里. POMS量表及简式中国常模简介[J]. 天津体育学院学报, 1995(1): 35-37.

[26] 卢宏亮, 刘权辉, 朱霞. 重复经颅直流电刺激与舒尔特方格训练对健康大学生注意力的提升效果[J]. 第二军医大学学报, 2021, 42(2): 197-202.

[27] BULUT Z, YILMAZ H. Determination of Landscape Beauties Through Visual Quality Assessment Method: A Case Study for Kemaliye (Erzincan/Turkey)[J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2008, 141(1-3): 121-129.

[28] 金荷仙. 梅、桂花文化与花香之物质基础及其对人体健康的影响[D]. 北京: 北京林业大学, 2003.

[29] DEMATTÈ M L, SANABRIA D, SPENCE C. Olfactory Discrimination: When Vision Matters?[J]. Chemical Senses, 2009, 34(2): 103-109.

[30] HENSHAW V. Urban Smellscape: Understanding and Designing City Smell Environments[M]. New York: Routledge, 2013.