

视嗅感知下校园绿地的恢复性效益研究

Study on the Restorative Benefits of Campus Green Space under Visual and Olfactory Perceptions

周艳慧
王一凡
金荷仙*

ZHOU Yanhui
WANG Yifan
JIN Hexian

摘要: 校园绿地作为学生压力恢复、调节情绪的有效媒介, 值得深入探讨。借用生理指标(收缩压、舒张压、心率、脑电波)和心理指标(POMS量表), 选取花香(栀子)和叶香(雪松), 探究视嗅感知下校园绿地恢复性效益的差异, 通过SD景观感知量表判断嗅觉对视觉感知评价的影响, 结果表明: 1) 栀子花香和雪松叶香均能显著降低舒张压、提高注意力($P < 0.01$), 校园绿地中香气能够改善消极情绪, 其中栀子花香更能缓解疲劳、提高精力, 视嗅感知比单一视觉感知下的恢复性效益更强; 2) 栀子花香在高、中、低绿视率水平(10%-85%)环境下均能显著放松身心($P < 0.05$), 雪松叶香在绿视率为35%-85%的环境中能显著降低压力($P < 0.05$), θ 波在任何气味介入的不同绿视率校园绿地中没有显著变化; 3) 气味可以改变人对视觉景观的感知评价, 且气味类型与场地自然感、氛围感和有趣度显著相关($P < 0.05$)。因此, 校园绿地建设可结合视嗅感官体验, 根据绿视率或其他环境特征合理种植芳香植物, 增强场地恢复性水平。

关键词: 风景园林; 视嗅; 校园绿地; 景观感知; 气味影响; 恢复性效益; 绿视率

文章编号: 1000-6664(2023)11-0036-06

DOI: 10.19775/j.cla.2023.11.0036

中图分类号: TU 986

文献标志码: A

收稿日期: 2023-08-31

修回日期: 2023-10-07

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

Abstract: Campus green space, as an effective medium for students to recover from stress and regulate their emotions, must be taken seriously. This study relied on physiological indicators (such as systolic blood pressure, diastolic blood pressure, heart rate, and EEG), psychological indicators (POMS scale), and attention levels (schulte grid), selecting flower fragrance (gardenia) and leaf fragrance (cedar) to explore the differences in the restorative benefits of campus green spaces under visual and olfactory perceptions. And then the SD landscape perception scale was used to determine the impact of olfactory perception on visual perception evaluation. The results showed that: 1) Both gardenia fragrance and cedar leaf fragrance could significantly reduce diastolic blood pressure and improve attention ($P < 0.01$). The presence of aroma in campus green spaces can improve negative emotions, while the fragrance of gardenia can better alleviate fatigue and increase energy. Visual and olfactory perceptions had stronger restorative benefits than single visual perception. 2) Gardenia fragrance could significantly relax the body and mind in environments with high, middle, and low green vision indexes (10%-85%) ($P < 0.05$), while cedar leaf fragrance could significantly reduce stress in environments with a green vision rate of 35%-85% ($P < 0.05$). There was no significant change in the presence of θ waves in campus green spaces with different green vision rates under any odor intervention. 3) Odor could change people's perception and evaluation of visual landscapes, and the type of odor was significantly correlated with the site's sense of naturalness, atmosphere, and fun ($P < 0.05$). Therefore, the construction of campus green spaces can be combined with visual and olfactory sensory experiences, and aromatic plants can be planted reasonably based on green vision rate or other environmental characteristics to enhance the level of site restoration.

Keywords: landscape architecture; vision and smell; campus green space; landscape perception; odor impact; restorative benefit; visual green index

校园绿地作为大学生与自然接触的主要场所, 包括树木、灌木、草坪等景观, 可以满足学生的日常活动和心理需求^[1], 更是学生在疫情期间能体验到的最高程度的绿地暴露^[2]。自《健康中国2030规划纲要》把全民健康工作任务置于首

位以来, 健康校园建设日益加强。恢复性环境最早在1983年由Kaplan和Talbot提出^[3], 定义其有助于人们更好地降低心理疲劳、缓解消极情绪和生理反应的环境^[4]。近年来, 关于校园恢复性环境的问题也引起越来越多学者的重视。应君等^[5]

通过场所依恋和场所满意度中介变量得出接触校园绿色空间有利于注意力集中、提高成绩; 尤达等^[6]运用并发放了自评恢复量表(SRRS)来测定学生使用绿地特征与环境恢复性知觉的关系, 结果表明前者对后者有显著影响; Lu等^[7]以问卷调查的

* 通信作者(Author for correspondence) E-mail: lotusjhx@zafu.edu.cn

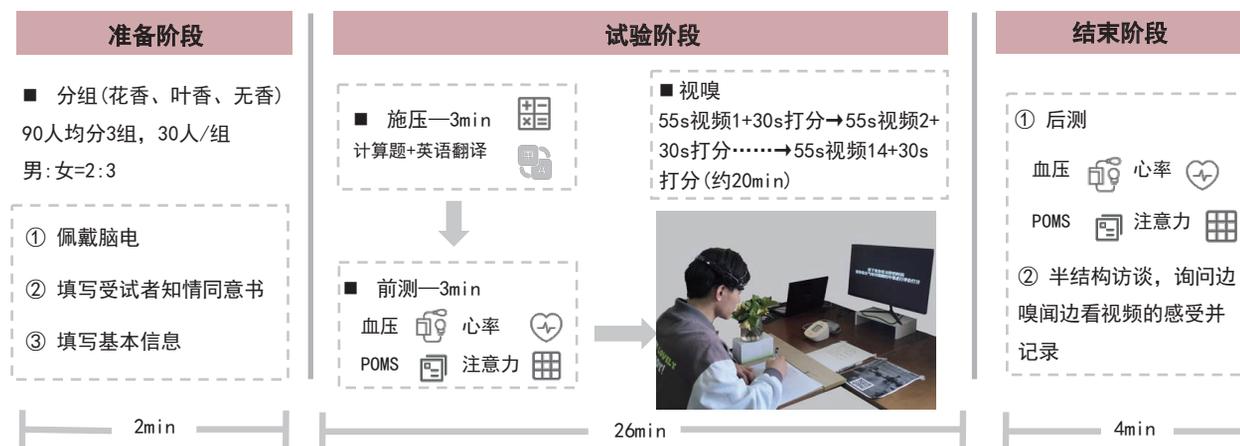


图1 试验操作流程示意

形式探索了景观类型和感知要素对注意力恢复的效果, 以期满足学生对健康环境的需求。此外, 由于土地资源日益紧张, 城市扩张和限制之间的矛盾突显, 因此提高校园绿地恢复性环境尤为重要。

人对外界事物的认知是多感联合的产物, 几乎无法孤立, 在接触自然的过程中, 感官发挥的作用时常引起生理和心理情绪的变化。目前大多数研究基于视觉或听觉探讨人体对景观的感知反应和恢复性效益, 也有从视听交互的角度揭示景观变化和景观评价的相互关系^[8]。气味景观同样属于景观感知的范畴^[9]。Herz指出气味感知和识别是人类健康的重要因素之一, 通过嗅闻某些熟悉的气味, 可以唤起自身美好记忆, 从而诱导生理和心理状态改善, 减少压力^[10]。还有不少研究证明了芳香植物可以改善情绪、降低血压^[11-12]。由此可见, 气味对人体健康能发挥一定功效, 深化嗅觉与健康方面的研究很有必要。视觉和嗅觉在物体感知方面存在着极强的联系, Zhao等比较了几组试验, 发现气味可以提高对同一景观的偏好满意度, 且不同气味类型产生的结果与场景特征有关^[13]。但是气味对景观视觉感知评价属性的具体影响至今涉及不足, 因此, 需要关注视嗅感知协同或叠加作用对景观评价的影响。

绿视率已被很多研究证实是愉悦和恢复性的重要特征^[14], 通常作为环境感知的一大指标。在景观视觉中, 绿视率所占影响比重最大。有研究基于绿视率, 发现校园中的声音在不同绿视率环境下对人的景观美感度产生截然不同的效应^[15], 但嗅觉与绿视率融合下的景观感知效果尚未可知, 还需进一步探讨。本研究以绿视率为场地首要划分标准, 同时包含多种绿地空间类型, 综合

花香、叶香的气味类型, 探究视嗅耦合作用下人体对校园绿地恢复性效益和感知评价的差异, 以期校园绿地的景观营建提供借鉴。

1 试验材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 校园绿地视频

前期通过实地考察及问卷打分筛选, 确定了浙江农林大学衣锦和东湖校区共14处场地, 包括滨水、建筑、广场、草坪等空间类型, 同时包括一处绿视率为0的建筑群(表1)。2023年5月7—10日上午9:00—11:00、下午14:00—16:00 2个时间段内, 用三脚架控制垂直高度1.6m, 架上富士X-T30二代相机, 水平匀速环绕一圈(360°)拍摄全景视频, 后期再用剪辑调节视频时长为55s, 每段视频分别于第1、19、37、55s截取画面(4个方位),

利用Photoshop直方图计算平均绿视率, 划分为高(60%~85%)、中(35%~60%)、低(10%~35%)3个等级, 并将不同绿视率在视频中的顺序随机分布, 2段视频之间存在30s黑屏时间, 总共制作3组。

1.1.2 嗅觉材料

挑选浙江农林大学校园内常用的花香和叶香植物素材。前人已证实栀子花可舒缓情绪^[16], 雪松叶可改善血氧饱和度、血压等生理指标^[17], 因此本研究以栀子花(*Gardenia jasminoides*)作为花香代表, 试验时将鲜切花置于水培容器中; 以雪松(*Cedrus deodara*)作为叶香代表, 置于不透明容器内, 枝叶用剪刀剪碎, 以增加气味扩散浓度和速率。以上嗅觉材料可在获取视觉刺激的季节散发气味。

1.2 试验受试者

本次试验共招募90名大学生受试者, 男性

表1 试验场景特征汇总

序号	绿视率	绿视率等级	园林要素	植物类型	空间主要类型
1	23%	低	建筑+广场铺装+植物	乔木+灌木	建筑空间
2	45%	中	建筑+道路+植物	乔木+小灌木+草坪	建筑空间
3	72%	高	建筑+道路+植物	乔木+灌木+草本	建筑空间
4	21%	低	远景山水+远景建筑+广场+植物	远景乔木+灌木	广场空间
5	75%	高	建筑+台阶+铺装+植物	小乔木+灌木	广场空间
6	54%	中	建筑+亭子+水面+植物	乔木+灌木	广场空间
7	15%	低	建筑+道路+植物	远景乔木+球形灌木	道路+建筑空间
8	69%	高	道路+台阶+植物	乔木+灌木+草坪	道路空间
9	78%	高	道路+草坪+小品+植物	乔木+灌木+草坪	道路空间
10	28%	低	远山+近水+汀步路+植物	远景乔木+水生植物+灌木	滨水空间
11	42%	中	水+远景建筑+桥+小品+道路+植物	乔木+花灌木+草本	滨水+道路空间
12	71%	高	水+山坡+亭子+小品+道路+植物	乔木+水生植物+草本	滨水+道路空间
13	0%	对照	建筑+广场铺装	无	广场+建筑空间
14	88%	对照	植物	乔木+灌木+草坪	草坪空间

占比41%，女性占比59%，包括风景园林相关专业和非相关专业人群，比例为2:1，要求嗅觉正常、不对花粉过敏、色彩辨识正常、无重大疾病，且试验当天尽量不饮用酒、茶、咖啡等刺激物，以免引起大脑皮层兴奋，造成结果误差。

1.3 试验流程

将受试者平均分为3组(花香、叶香、无香)，每组30人，为模拟自然光线下绿地的恢复性效益，于2023年5月21日—6月3日8:30—11:30、13:30—17:00在浙江农林大学三号学院楼506教室展开试验，室温恒定为26℃。试验前受试者浏览知情同意书、佩戴EMOTIV Epoc+无线便携式脑电仪，静坐于屏幕正前方1.5m处，试验具体操作流程如下(图1)。1)施压：做3min计算题和英语翻译；2)前测：用血压计测量收缩压、舒张压、心率，填写POMS量表记录当时心境状态，完成舒尔特方格测试；3)观看视频：边嗅闻(或无嗅闻)边观看显示器(1920×1080像素)播放的整段视频，期间每一小段视频结束后综合气味和环境，30s内进行SD语义量表评分；4)试验结束：再次测量血压、心率，填写POMS量表，做舒尔特方格测试，最后进行半结构访谈，询问视嗅过程的感受。

1.4 试验指标

1.4.1 血压、心率、注意力

用欧姆龙上臂式血压计测量收缩压(SDP)、舒张压(DBP)、心率(HR)，直观反映人体因外界刺激引起的生理信息，每人试验前后均测2次，计算平均值。舒尔特方格(5×5)是评估注意力水平的一种有效方式，广泛应用于大学生注意力提升的研究中，本试验要求受试者在颜色不同的方格中顺次找到阿拉伯数字1~25。

1.4.2 脑电波

借助设备EMOTIV Epoc+无线便携式脑电仪(采样率128Hz)进行测量，其包含14个通道(AF3、AF4、F7、F8、F3、F4、FC5、FC6、T7、T8、P7、P8、O1、O2)，且覆盖额叶、颞叶、顶叶和枕叶4个区域，可得出 θ (4~8Hz)、 α (8~12Hz)、 β (12~30Hz)、SMR和 γ 波5个波段的结果。本研究挑选 α 与 β 波的比值及 θ 波作为试验指标。 α 波升高说明人体体会到更加轻松愉悦，高频 β 波反映人体是否处于机警状态，因此， α/β 通常用来表示精神的放松与警觉情况^[18]， α/β 值越大，表明压力

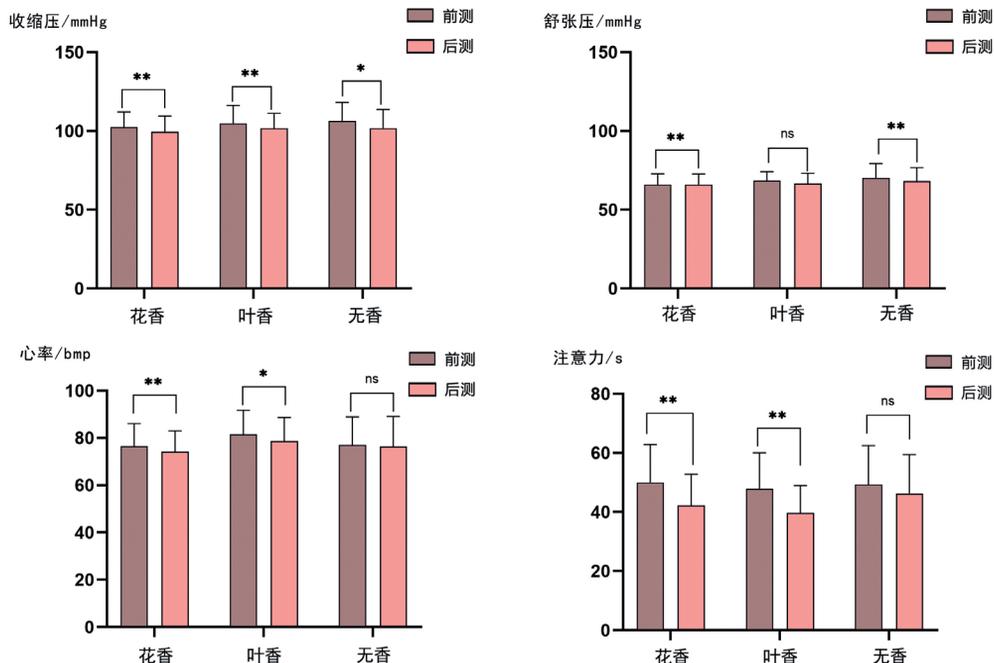


图2 嗅闻前后血压、心率、注意力变化[error bar选取标准差(SD), ns $P > 0.05$ 表示差异不显著, * $P < 0.05$ 表示在0.05水平差异显著, ** $P < 0.01$ 表示在0.01水平差异显著]

表2 SD景观感知量表评分

类别	评价项目	形容词	非常	相当	稍微	中等	稍微	相当	非常	形容词
环境感知	环境要素	单一的	-3	-2	-1	0	1	2	3	丰富的
	绿量感	微弱的	-3	-2	-1	0	1	2	3	强烈的
	自然感	人工的	-3	-2	-1	0	1	2	3	自然的
心理感知	协调性	杂乱的	-3	-2	-1	0	1	2	3	和谐的
	舒适度	不舒服的	-3	-2	-1	0	1	2	3	舒服的
	场地吸引	无吸引力	-3	-2	-1	0	1	2	3	有吸引力
	意境感	不产生联想	-3	-2	-1	0	1	2	3	产生联想
	氛围感	喧闹的	-3	-2	-1	0	1	2	3	安静的
	有趣度	乏味的	-3	-2	-1	0	1	2	3	有趣的

水平越低^[19]。 θ 波上升有利于创造力、想象力的增加， θ 波下降则表明注意力集中。

1.4.3 POMS量表

POMS量表是测量个体心境状态的可靠工具，包含7个情绪因子(紧张、愤怒、疲劳、抑郁、慌乱、精力、自尊感)，试验可根据总体情绪紊乱值(TMD)判断情绪变化趋势。TMD值等于5个消极情绪因子得分之和减去2个积极情绪因子得分之和加上100^[20]。TMD值越低，说明情绪状态越好。

1.4.4 SD景观感知量表

SD法(语义差异分析法)能有效得出人对外界环境的主观感受量化数据^[21]，本研究通过阅读文献，筛选出常用的评价项目和形容词对，并结合校园绿地特征，制定了两大评价维度：

环境感知和心理感知，分别为环境要素、绿量感、自然感、协调性、舒适度、场地吸引、意境感、氛围感和有趣度，采用7级评价指标对9个感知评价因子进行-3~3的赋值打分(表2)，对其评分结果进行信度分析，得出不同气味组的Cronbach's α 分别为0.919、0.914、0.905(> 0.9)，说明整体信度良好。

1.5 数据分析

利用软件Emotiv PRO导出原始edf数据，采用MATLAB-Eeglab对数据进行处理，拆分施压时段和视频时段，利用Pwelch求得脑波的功率谱密度(PSD)，计算每个视频段 α 、 β 和 θ 信号所有通道的平均值。运用Excel和SPSS 26.0对数据进行统计分析，包括配对T检验、Mann-Whitney U秩和检验、协方差(ANCOVA)

检验、重复测量方差分析和双变量相关性分析，并使用GraphPad Prism 8.0.2作图。

2 结果与分析

2.1 嗅闻前后生理、心理指标变化

2.1.1 生理指标

对不同组嗅闻前后生理指标变化进行配对T检验，如图2所示：受试者嗅闻栀子花香后，收缩压和舒张压均显著下降($P < 0.01$)，分别平均下降2.97和2.40mmHg；嗅闻雪松叶香后，收缩压显著下降3.23mmHg($P < 0.01$)，而舒张压的变化不明显；在无香条件下受试者收缩压显著下降4.52mmHg($P < 0.05$)，舒张压显著下降2.17mmHg($P < 0.01$)。与无香的情况相比，栀子花香、雪松叶香均有利于降低人体心率并提高注意力，下降值分别为3.15bpm($P < 0.01$)和2.82bpm($P < 0.05$)。舒尔特测试用时减少程度为叶香(8.27s) > 花香(6.50s)，二者均呈极显著($P < 0.01$)变化趋势。协方差分析结果显示(表3)：3组间注意力变化的差异具有统计学意义($P < 0.05$)，且雪松叶香和无香之间差异更为显著。

2.1.2 心理指标

通过Mann-Whitney U检验对比试验前后TMD值和情绪因子的差异：嗅闻栀子花香、雪松叶香及在无香的情况下，TMD值均显著下降($P < 0.01$)，前后差值分别为27.67、19.40和16.47，其中栀子花香的改善幅度最佳，其次是雪松叶香。栀子花香能显著改善($P < 0.01$)人体的所有5种消极情绪，使精力值极显著升高5.43分($P < 0.01$)，自尊感上升1.87分($P = 0.052 > 0.05$)。有雪松叶香时，自尊感、精力值的增加比无香条件下分别增加2.73、0.70，但这2个因子的变化皆不显著($P > 0.05$)。协方差分析结果表明：有香与无香的情况对比，紧张、抑郁、慌乱和愤怒情绪的变化存在显著差异($P < 0.01$)；在缓解疲劳方面，栀子花香与雪松叶香及无香组之间差异显著($P < 0.05$)；在提高精力方面，栀子花香和雪松叶香有显著差异($P < 0.05$)。

2.2 不同绿视率下的脑电波差异

用重复测量方差分析比较施压前后气味类型在不同绿视率下的脑电波变化，如表4所示：与施压阶段相比，无香时，随着绿视率增加， α/β 值

表3 不同气味组生理指标的协方差分析

指标	III类平方和	均方	F	P值	偏Eta平方
收缩压	18.423	9.212	0.327	0.722	0.008
舒张压	8.236	4.118	0.282	0.755	0.007
心率	56.701	28.350	1.008	0.369	0.023
注意力	518.418	259.209	4.076	0.020	0.087

表4 气味类型在不同绿视率下的 α/β 、 θ 值施压前后变化

指标	气味类型	施压(I)	绿视率(J)		平均值差值(I-J)	标准误差	P值
			低	中			
α/β 值	花香	0.67 ± 0.18	低	0.82 ± 0.26	-0.141**	0.047	0.006
			中	0.80 ± 0.26	-0.129*	0.050	0.015
			高	0.83 ± 0.30	-0.165**	0.048	0.002
	叶香	0.71 ± 0.24	低	0.81 ± 0.32	-0.102	0.062	0.111
			中	0.84 ± 0.33	-0.129*	0.059	0.038
			高	0.86 ± 0.29	-0.157**	0.050	0.004
	无香	0.72 ± 0.21	低	0.79 ± 0.26	-0.071	0.046	0.138
			中	0.80 ± 0.28	-0.079	0.052	0.136
			高	0.84 ± 0.30	-0.123*	0.051	0.023
θ 值	花香	22.74 ± 14.79	低	22.71 ± 9.96	0.031	2.593	0.990
			中	22.43 ± 11.52	0.309	2.696	0.910
			高	21.57 ± 10.04	1.178	2.567	0.650
	叶香	23.89 ± 10.47	低	24.88 ± 11.92	-0.989	1.729	0.572
			中	23.39 ± 10.64	0.501	1.701	0.770
			高	25.29 ± 11.26	-1.397	1.816	0.448
	无香	21.82 ± 11.64	低	24.39 ± 11.56	-2.566	1.982	0.206
			中	24.69 ± 11.38	-2.868	2.258	0.214
			高	25.55 ± 11.85	-3.730	2.256	0.109

注：脑波功率谱密度(PSD)单位为W/Hz； $X \pm S$ 数值表示平均值 ± 标准差；* $P < 0.05$ ，** $P < 0.01$ 。

逐渐提高，说明精神放松效果与绿视率相关，低绿视率时 α/β 值上升0.071，中绿视率时上升0.079，高绿视率时则显著上升0.123($P < 0.05$)；嗅闻雪松叶香时， α/β 值总体变化趋势与无香一致，中绿视率时 α/β 值显著上升0.129($P < 0.05$)，高绿视率时 α/β 值显著上升0.157($P < 0.01$)。然而在嗅闻栀子花香时，花香对不同绿视率组压力减少的幅度为高绿视率 > 低绿视率 > 中绿视率，且全部变化显著($P < 0.05$)。嗅闻所有气味类型施压前后 θ 波的变化值不具有统计学意义($P > 0.05$)，但从变化趋势分析，栀子花香组 θ 波从低到高绿视率分别下降0.031、0.309和1.178；雪松叶香组只有在中绿视率环境下 θ 波降低，在其他绿视率环境上升；无香时 θ 波均上升，随绿视率升高 θ 差值加大。

施压前后相比，在低绿视率的环境下，只有栀子花香能极显著地提高绿地的减压效益，相比无香，栀子花香和雪松叶香都能对中绿视率校园绿地产生显著降压效果($P < 0.05$)；高绿视率的

校园绿地无论场地内是否存在气味，都能显著让人体放松，并在有花香、叶香时更为明显。校园绿地中有花香能一定程度提高人的注意力；中绿视率环境中存在叶香也能在一定程度上使人的思维集中。

2.3 不同气味SD景观感知评分统计

通过计算受试者对所有场景环境感知和心理感知维度评价的平均值可得出(图3)：不同气味环境下，每一评价项目分值均集中在0.5~1.5分，大致排序为栀子花香 > 雪松叶香 > 无香，由此得出，气味的介入对校园绿地场景的评价有提升作用。分析在不同气味组中对不同绿视率校园绿地的各指标评分可得出(图4)：3组场景中，绿视率为0%时各评价因子得分均为负值；绿视率大于35%时各评价因子均为正值，其中绿量感、舒适度和氛围感的评价较高；花香组9类因子评价得分稳定在1分以上，且花香组绿视率在60%~85%时场景的各个评价项目得分最高，都大于1.7分。相较于花香、叶香，

在无香环境中, 88%绿视率的校园绿地的协调性、舒适度、场地吸引力、意境感和有趣度评分较低。

依据受试者的景观感知均值与气味类型进行双因素相关性分析, 结果如表5所示: 气味类型和场地评价指标存在显著关系($P < 0.05$), 其中自然感(人工的-自然的)、氛围感(喧闹的-安静的)、有趣度(乏味的-有趣的)与气味呈显著相关($P < 0.05$), 相关系数分别为0.212、0.256、0.204, 其他场地评价维度均值与气味类型相关性不显著($P > 0.05$)。

3 结论与讨论

3.1 嗅、视嗅对生理、心理指标的影响

通过嗅闻前后生理、心理指标数据发现, 与无香组相比, 有香组可明显改善血压、心率, 集中注意力, 同时降低多种消极情绪因子。在校园绿地环境中, 视嗅多感官交互比单一视觉产生的恢复性效益更强, 多感官结合具有潜在的效应机制, 为促进恢复提供了机会^[22]。本试验中视嗅共同作用增强了对自然的主观体验, 这与Hedblom等^[23]在其虚拟试验中分析得出嗅觉刺激可能比视觉刺激更有利于压力减轻的结论一致。此外, 栀子花香和雪松叶香对生理、心理指标改变幅度不一致, 其中, 栀子花香更能降低血压和心率、缓解焦虑、提高积极情绪值, 说明不同气味类型产生的恢复性效益存在差异。此前有学者探讨过栀子花^[24]和雪松叶^[17]挥发物成分及其香气对人体身心健康产生的影响, 与本研究得出的积极效益相符; 还有许多试验以不同芳香植物材料为嗅觉媒介, 得出的结论均有差异, 这很大程度上与植物自身挥发性成分有关^[16, 25]。

3.2 气味在不同绿视率下的恢复性差异

结果显示: θ 波在花香、叶香、无香及视觉刺激下均无显著性变化。栀子花香在任何一种绿视率等级的环境中 α/β 值均显著增加, 说明无论人处在何种绿视率的校园环境, 闻到栀子花香都能降低压力。在绿视率达到35%~85%的环境下闻到雪松叶香可显著提高 α/β 值, 有利于缓解精神紧绷状态, 这可能与气味和环境的适配度相关。已有研究表明, 气味与场景内容是否具有一致性会对环境感知的整体愉悦度造成影响, 再进一步映射到景观偏好^[26-28]。在低绿视率环境中闻到雪松叶香对精神放松的效果不显著,

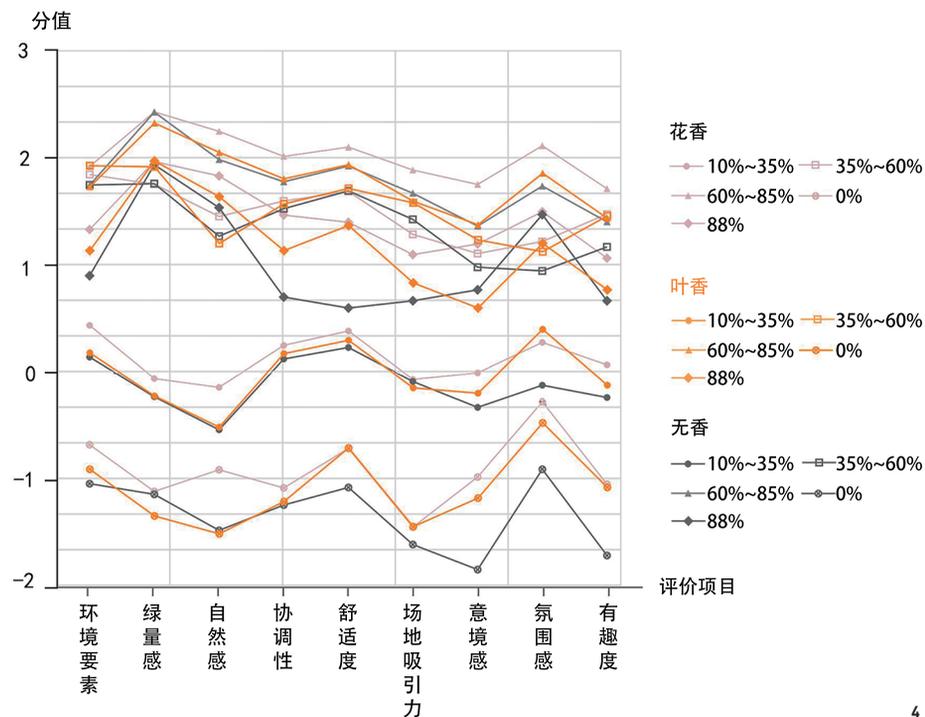
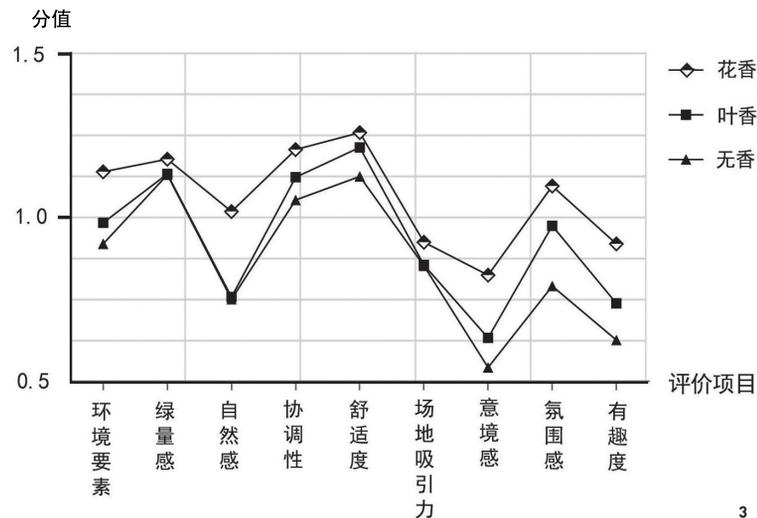


图3 气味对场景语义评价得分结果

图4 气味、绿视率景观语义评价得分结果

表5 气味与景观感知的相关性分析

气味类型	相关系数	环境要素	绿量感	自然感	协调性	舒适度	场地吸引力	意境感	氛围感	有趣度
		Sig.	0.152	0.098	0.212*	0.164	0.146	0.078	0.190	0.256*

注: *表示 $P < 0.05$ 。

可能是因为视嗅协调程度不太高, 导致喜好度较低, 健康效益也不明显^[29]。相关研究证实, 由于桂花和麝香百合常与植被茂密的视觉景观关联, 它们的气味对环境感知偏好的影响与木本植物覆盖面积呈正相关^[13]; 郝柯宇等^[15]则从视听角度指出, 听觉类型与绿视率环境相匹配才有积极效

应, 本研究结论与其具有相似性。

3.3 气味对视觉感知的影响

随着栀子花香、雪松叶香的介入, 人体对环境各个评价项目的分值都比无香环境有所提高。3组试验中, 绿视率为88%的环境的协调性、舒适度、吸引力和有趣度都比中绿视率

(35%~60%)和高绿视率(60%~85%)环境的得分低,其中栀子花香组得分最高,可见气味可以改变人群对场地的评价,绿视率越高反而会降低个体对环境的满意度^[30],这可能受到空间开敞度、植物搭配等其他因素的影响。本研究显示,场地自然感、氛围感、有趣度与气味类型显著相关,这说明与校园绿地相关的嗅觉刺激有助于提高环境的感知,而不同性质的气味会使人对景观满意度的评价产生差异^[31]。

3.4 校园绿地营造建议

人们感知环境是多个知觉共同作用的结果^[32],营造绿地空间需遵循多元化原则,将五感的体验融入自然。综合本研究结论,提出以下建议:

1)在校园绿地中可充分利用芳香植物具有的健康效益,并与丰富的植物群落组合,构建视觉和嗅觉双重体验环境;2)注重环境与气味的和谐度,在绿视率较高的校园绿地中可种植释放花香或叶香的植物,而在教学楼、田径场等绿视率较低的环境中,宜增加栀子类等小型富含浓郁花香的植物,雪松体量大,种植于绿视率低的环境中会显得过于突兀,因此适合做背景;3)单调、缺乏趣味的校园绿地空间可以考虑加入适量芳香植物,四时飘香,有利于提高景观质量,增强场地吸引力。

4 结语

本试验结果已证明视嗅交互的影响,但是涉及的气味类型还不够全面,未来可再细分环境绿视率,融入更多气味,深入探讨二者之间的关系。此外,可借助更沉浸式、精确、先进的仪器设备进行研究,提高结果准确率。还可针对城市绿地、乡村绿地等更多绿地类型展开视嗅恢复性效益研究,不只局限于校园绿地的主体使用人群大学生,更应考虑覆盖更广的人口学范畴。

注:文中图片均由作者绘制。

参考文献:

[1] Hipp J A, Gulwadi G B, Alves S, et al. The relationship between perceived greenness and perceived restorativeness of university

campuses and student-reported quality of life[J]. *Environment and Behavior*, 2016, 48(10): 1292-1308.

[2] Zhang P, He Q, Chen Z, et al. An Empirical Study on the Promotion of Students' Physiological and Psychological Recovery in Green Space on Campuses in the Post-Epidemic Era[J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2023, 20(1): 1-25.

[3] Kaplan S, Talbot J F. Psychological benefits of a wilderness experience[M]//Altman I, Wohlwill J F. *Behavior and the Natural Environment*. Boston, MA: Springer US, 1983: 163-203.

[4] 苏谦, 辛自强.恢复性环境研究:理论、方法与进展[J].*心理科学进展*, 2010, 18(1): 177-184.

[5] 应君, 金荷仙, 张一奇, 等.接触校园绿色空间内在动机对大学生心理健康的影响:一个被调节的链式中介模型[J].*中国园林*, 2023, 39(5): 37-42.

[6] 尤达, 刘群阅, 艾嘉蓓, 等.校园绿地使用特征与环境恢复性知觉关系[J].*上海交通大学学报:农业科学版*, 2018, 36(6): 66-73.

[7] Lu M, Fu J. Attention restoration space on a university campus: exploring restorative campus design based on environmental preferences of students[J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2019, 16(14): 2629.

[8] 税依妮, 甘永洪, 杨林鹏, 等.基于视听二元感知的公园景观交互评价[J].*中国城市林业*, 2023, 21(1): 101-108.

[9] 陈意微, 袁晓梅.气味景观:一种景观感知的新视角[C]//中国风景园林学会.中国风景园林学会2015年会论文集.北京:中国建筑工业出版社, 2015: 157-162.

[10] Herz R S. The Role of Odor-Evoked Memory in Psychological and Physiological Health[J]. *Brain Sciences*, 2016, 6(3): 1-13.

[11] 何雪雁.四种芳香植物挥发物成分分析及其对人体健康干预效应研究[D].杭州:浙江农林大学, 2019.

[12] 孙启祥, 彭镇华, 张齐生.自然状态下杉木木材挥发物成分及其对人体身心健康的影响[J].*安徽农业大学学报*, 2004, 31(2): 158-163.

[13] Zhao J, Huang Y, Wu H, et al. Olfactory effect on landscape preference[J]. *Environmental Engineering & Management Journal*, 2018, 17(6): 1483-1489.

[14] 徐嘉青, 孟若希, 陈箬.迷人的街道:建筑界面与绿视率的影响[J].*风景园林*, 2017, 24(10): 27-33.

[15] 郝柯宇, 游蕾晓, 黎璇, 等.基于绿视率的校园景观感知视听耦合特征分析[J].*西北林学院学报*, 2021, 36(5): 207-214.

[16] 窦雪.基于EEG分析的芳香植物对大学生心理生理影响研究[D].沈阳:沈阳建筑大学, 2021.

[17] Song X, Li H, Li C, et al. Effects of VOCs from leaves of *Acer truncatum* Bunge and *Cedrus deodara* on human physiology and psychology[J]. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2016, 19: 29-34.

[18] 熊胖, 金荷仙, 黄倩.盛花期常绿阔叶植物挥发物日动态变化及其对人体心理生理健康的影响[J].*中国园林*, 2022, 38(8): 117-122.

[19] Lin W, Zeng C, Bao Z, et al. The therapeutic look up: Stress reduction and attention restoration vary according to the sky-leaf-trunk (SLT) ratio in canopy landscapes[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2023, 234: 104730.

[20] Grove J R, Prapavessis H. Preliminary evidence for the reliability and validity of an abbreviated profile of mood states[J]. *International Journal of Sport Psychology*, 1992, 23(2): 93-109.

[21] 张隽.基于SD法的南通市市区园林植物群落景观评价[J].*浙江农业科学*, 2018, 59(5): 829-832.

[22] Sona B, Dietl E, Steidle A. Recovery in sensory-enriched break environments: integrating vision, sound and scent into simulated indoor and outdoor environments[J]. *Ergonomics*, 2019, 62(4): 521-536.

[23] 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.

[24] 贾梅.康复景观中几种芳香植物挥发物及其对人体健康影响的研究[D].杭州:浙江农林大学, 2017.

[25] Xiong X, Jin H, Hu W, et al. Benefits of *Jasminum Polyanthum's* Natural Aromas on Human Emotions and Moods[J]. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2023, 86: 128010.

[26] Sabiniewicz A, Schaefer E, Guducu C, et al. Smells influence perceived pleasantness but not memorization of a visual virtual environment[J]. *I-Perception*, 2021, 12(2): 983261283.

[27] Dematte M L, Österbauer R, Spence C. Olfactory cues modulate facial attractiveness[J]. *Chemical Senses*, 2007, 32(6): 603-610.

[28] Seo H, Roidl E, Müller F, et al. Odors enhance visual attention to congruent objects[J]. *Appetite*, 2010, 54(3): 544-549.

[29] 黄硕, 郑宇, 成林莉, 等.基于景观偏好的城市公园景观健康效益评价机制研究[J].*南京林业大学学报:自然科学版*, 2022, 46(5): 221-228.

[30] 郑凌予, 蒲海霞, 江泽平.基于绿视率的城市公园空间满意度调查研究[J].*南京林业大学学报:自然科学版*, 2020, 44(4): 199-204.

[31] 吴晓云, 黄倩, 金荷仙.基于视嗅感知的校园绿地恢复性研究[J].*园林*, 2023, 40(6): 38-45.

[32] 赵警卫, 张莉, 吴慧.视觉景观美感评价研究现状及展望[J].*中国园林*, 2015, 31(7): 48-51.

(编辑/刘欣雅)

作者简介:

周艳慧

1999年生/女/浙江温州人/浙江农林大学风景园林与建筑学院在读硕士研究生/研究方向为康复景观(杭州 311300)

王一凡

1999年生/女/山西太原人/浙江农林大学风景园林与建筑学院在读硕士研究生/研究方向为康复景观(杭州 311300)

金荷仙

1964年生/女/浙江东阳人/浙江农林大学风景园林与建筑学院教授,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/本刊社长、常务副主编(杭州 311300)