

DOI: 10.11830/ISSN.1000-5013.202202013



常见声元素对5类景观空间 景观感知评价的影响

廉英奇¹, 欧达毅^{1,2}

(1. 华侨大学 建筑学院, 福建 厦门 361021;

2. 华南理工大学 亚热带建筑科学国家重点实验室, 广东 广州 510640)

摘要: 通过植物的建造功能,将景观空间分为5种类型。运用实验研究法,将这5类景观空间的图像及常见声元素在实验室内组合播放。对比引入声元素前后受试者对景观空间的评价结果,探讨并验证常见声元素对5类景观空间景观感知评价的影响。结果表明:声元素的引入对不同类型景观空间的景观感知评价存在显著影响,常见声元素对景观感知评价的影响不尽相同。

关键词: 景观空间; 声元素; 景观感知评价; 建筑声学

中图分类号: TU 112

文献标志码: A

文章编号: 1000-5013(2023)03-0356-10

Influential of Common Sound Elements on Landscape Perception Evaluation of Five Types of Landscape Space

LIAN Yingqi¹, OU Dayi^{1,2}

(1. School of Architecture, Huaqiao University, Xiamen 361021, China;

2. State Key Laboratory of Subtropical Architecture Science,

South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: Through the construction function of plants, the landscape space is divided into 5 types. Using the experimental research method, the images and common sound elements of 5 types of landscape space are combined and played in the laboratory. Comparing the evaluation results of the subjects on the landscape space before and after the introduction of sound elements, the influence of common sound elements on the landscape perception evaluation of 5 types of landscape space is explored and verified. The results show that the introduction of sound elements has a significant impact on the landscape perception evaluation of different types of landscape space, and the impact of common sound elements on the landscape perception evaluation is different.

Keywords: landscape space; sound element; landscape perception evaluation; architectural acoustics

景观感知是由人的视觉感知、听觉感知等五感共同组成。随着社会经济的发展,景观资源的美学价值日益受到重视^[1],视觉景观评价的相关内容也逐渐成为风景园林学、景观生态学等多学科交叉中值得

收稿日期: 2022-02-19

通信作者: 欧达毅(1982-),男,教授,博士,博士生导师,主要从事建筑(城市)声环境、声景观的研究. E-mail:oudayi_hqu@126.com.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51578252);福建省社会科学规划项目(FJ2021B075);省级大学生创新创业训练项目(S202010385027, S202010385028);华南理工大学亚热带建筑科学国家重点实验室开放研究项目(2022ZA02)

探讨的问题. 文献[2-3]对前人文献进行总结, 认为景观的维护程度、和谐度、烦扰度、历史感、开敞度、地方认同感、多样性、自然度和季节变化是评价景观质量的重要因素. 文献[4-5]认为景观自然度是影响景观视觉环境质量的重要因子. 甘永洪等^[1]分析 6 名学生对湖北省武汉市后官湖地区的景观评价, 发现视觉舒适度、开阔度、景观特有性、景观多样性对景观空间质量有着重要的影响. 齐童等^[6]采用主客观评价法对北京市紫竹院公园视觉景观质量的影响因素进行分析, 发现园区内的景观质量与自然景观所占比例、自然景观要素及组合、人工建筑物与自然景观的协调性显著相关. Zheng 等^[7]通过景观偏好调查, 探讨学生对野外或整洁的住宅景观的偏好及其影响因素, 发现学生的专业背景、生活背景会影响景观偏好结果, 且整洁度是景观评价的重要因素. 王亚娟^[8]对北京市五环外的 4 个郊野公园进行调研, 从公园要素丰富度、色彩丰富度、空间感等 16 个方面进行评价, 发现色彩丰富度、愉悦感和美感对公园景观吸引力起着关键作用, 乡土性、自然性、幽静度可反映郊野公园的特色. 由相关研究可知, 景观设计逐渐从感性转向理性, 使景观空间质量得到较大的提高. 随着人们对美好生活需要的日益增长, 人们对景观空间环境需求不再是视觉主导, 而是多感官感受空间, 体验空间需求. 其中, 听觉作为仅次于视觉的感知信息途径, 受到了广泛的关注, 声环境对视觉景观影响的研究日益受到重视^[9-13], 但深入探讨声景对景观感知的影响还较为少见. 声元素是影响声环境和景观空间的关键要素, 也是声景设计的基本单元, 各种声元素对景观感知影响的研究尚未见报道, 具体某一种声元素对景观感知评价的具体影响仍需探索.

《风景园林设计要素》通过植物的建造功能, 将景观空间分为 5 种类型, 即半开敞空间、垂直空间、覆盖空间、开敞空间和完全封闭空间^[14]. 基于此, 本文将这 5 类景观空间的图像及常见声元素在实验室内组合播放, 对比引入声元素前后受试者对景观空间的评价结果, 探讨常见声元素对 5 类景观空间景观感知评价的影响.

1 实验场所与布局

在 1 个尺寸(长×宽×高)为 10.4 m×8.6 m×3.6 m 的房间内进行实验. 实验室平面示意图(改绘自文献[15]), 如图 1 所示. 图 1 中: $t_1 \sim t_4$ 为受试者的座位(测试位置), 用高为 1.5 m 的隔板三面围合; T 为控制台; S 为球声源位置(距离地面 1.2 m).

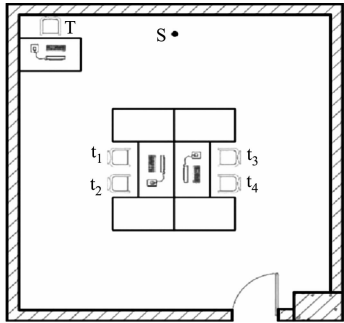


图 1 实验室平面示意图^[15]

Fig. 1 Sketch map of laboratory plan^[15]

图像资料通过受试者面前的 V222 型电脑显示器(中国惠普公司)进行全屏播放, 同方向的两名受试者共用 1 台显示器. 用 Type2239 型声级计(丹麦 B&K 公司)测量房间内本底噪声为 32.3 dB(A). 声音材料通过 PY-RITE SN 0506 型十二面体球声源(丹麦 B&K 公司)进行播放, 确保两个测试位置在各种实验条件下的声压级基本保持一致(最大标准差不超过 0.3 dB(A))^[15].

2 预实验

2.1 实验素材的确定

在网络上查找符合《风景园林设计要素》中 5 类景观空间的照片, 每种类型大约 10 张, 让 3 名受试者(建筑学专业在读研究生)根据 5 类景观空间的特征, 对照片的景观空间类型进行判定.

5 类景观空间的特征如下: 半开敞空间的一面或多面部分受到较高植物的封闭, 限制了视线的穿透, 开敞程度较小, 使用者的视线朝向开敞的一面; 垂直空间是运用垂直面的植物(如高而细的灌木或爬墙类植物)构成 1 个方向直立、朝天开敞的室外空间; 覆盖空间是利用具有浓密树冠的遮阴树作为空间顶平面的限制因素, 构成 1 个顶部覆盖而四周开敞的空间; 开敞空间是利用低矮灌木及地被植物作为空间地平面的限制因素, 人的视线高于四周景物, 四周开敞无隐秘性, 完全暴露于天空和阳光下; 完全封闭空间是四周被中小型植物封闭, 相当黑暗, 无方向性, 具有极强的隐秘性和隔离感^[14,16]. 对于每一类景观空间, 选出 3 名受试者均认为最符合该类景观空间的若干照片, 并在其中选取 5 张照片作为景观感知评价(无声条件下)时使用的景观照片, 5 类景观空间共 25 张照片.

确定实验素材的预实验是为了使正式实验所用的照片符合 5 类景观空间的特征,避免因图片类型不准确而导致实验误差. 实验照片示例,如图 2 所示.



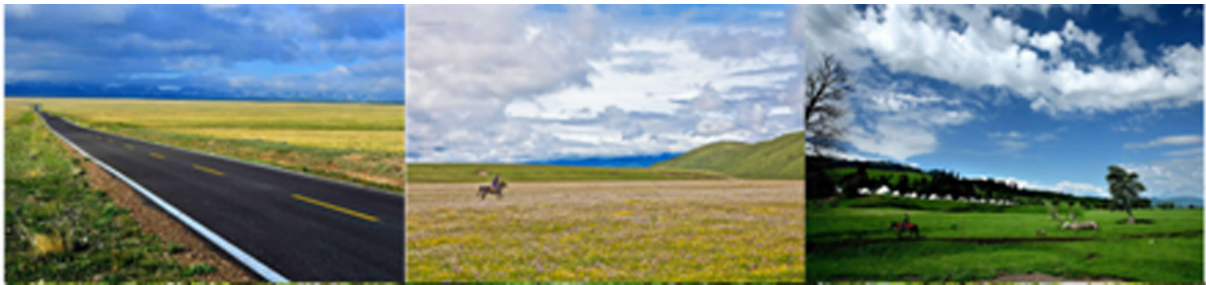
(a) 半开敞空间



(b) 垂直空间



(c) 覆盖空间



(d) 开敞空间

2.2 实验声压级的确定

选取生活中常见的 12 种声元素,分别为鸟叫声、虫鸣声、蛙叫声、风声、雨声、流水声、成人说话声、儿童嬉闹声、脚步声、飞机轰鸣声、交通声和施工声(均为网络上下载的声音^[17]). 不同的声压级对受试者的声景感知具有一定影响. 因此,选定 6 种声压级,在实验室内播放 12 种声音. 根据 GB 3096—2008《声环境质量标准》^[18],1 类声环境功能区昼间噪声限值为 55 dB(A),夜间噪声限值为 45 dB(A),1 类声环境功能区是指城市内需要保持安静的居民住宅、医疗卫生、文化教育、科研设计、行政办公为主要功能的区域(原则上村庄的噪声限值也执行 1 类声环境功能区标准). 城市中的景观空间多数属于 1 类声环境功能区,故实验的最低声压级定为 1 类声环境功能区的夜间噪声限制值(45 dB(A)). 由此确定 6 种声压级分别为 60,57,54,51,48,45 dB(A).

让 8 名受试者(建筑学专业在读研究生)评价每一种声音用 6 种声压级播放时的舒适程度,统计出



(e) 完全封闭空间

图 2 实验照片示例

Fig. 2 Examples of experimental photos

舒适度评价最高的声压级用于正式实验. 12 种声音的声压级分别是: 鸟叫声为 51 dB(A), 虫鸣声为 48 dB(A), 蛙叫声为 45 dB(A), 风声为 54 dB(A), 雨声为 51 dB(A), 流水声为 45 dB(A), 成人说话声为 45 dB(A), 儿童嬉闹声为 48 dB(A), 脚步声为 48 dB(A), 飞机轰鸣声为 45 dB(A), 交通声为 45 dB(A), 施工声为 45 dB(A).

确定实验声压级的预实验是为了使正式实验所用的声压级在受试者的舒适范围内, 避免因声压级不舒适而导致实验结果的误差.

3 正式实验

3.1 无声条件下的景观感知评价实验

受试者共 100 人, 均为在校大学生, 每一类景观空间各 20 人, 男女各半, 每次由 4 名受试者同时进行实验.

实验开始前, 首先, 采集受试者的基本信息, 包括姓名、专业、年龄和性别, 并让其熟悉实验室环境.

实验开始后, 将选取的照片随机播放, 播放时受试者需填写景观感知评价问卷, 问卷内容包括景观满意度、景观和谐度、景观自然度、景观开敞度、景观丰富度^[19-22], 所有问题均采用李克特五级量表.

3.2 引入声元素后的景观感知评价实验

受试者与节 3.1 相同, 将预实验选取的照片和单一声元素组合在一起, 共设计 300 段播放材料. 每张照片搭配 1 min 左右的单一声音, 构成 1 段播放材料. 每一类景观空间的 5 张照片搭配 12 种声音, 制作 60 段播放材料, 5 类景观空间共 300 段播放材料.

每一类景观空间的 60 段播放材料随机出现, 受试者根据自己的感受, 填写声景观感知评价问卷, 内容包括声景和谐度、基于语义差异法的声景观感知评价(受试者根据 19 对相反词对进行评价, 如“封闭开放”、“阴沉明亮”和“烦躁愉悦”等)、声景满意度, 所有问题均采用李克特五级量表. 每段材料播放和评价时间约 1.5 min, 60 段材料(1 个空间类型)共耗时 1.5 h.

4 实验结果与分析

4.1 无声条件下影响景观满意度的因素

景观满意度与其他景观感知的斯皮尔曼(Spearman)相关性分析, 结果如表 1 所示. 表 1 中: “*”表示在 0.05 水平(双侧)上显著相关; “**”表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关.

由表 1 可知: 景观满意度与景观和谐度、景观自然度等所有景观感知之间存在显著相关; 按相关系数的大小进行排序后发现, 景观自然度的相关系数最大, 其与景观满意度之间的相关性最高(与文献[4-5]的研究结论相同), 后面依次为景观和谐度、景观丰富度和景观开敞度. 因此, 视觉景观满意度的影响因素为景观和谐度、景观自然度、景观开敞

表 1 景观满意度与其他景观感知的 Spearman 相关性分析

Tab. 1 Spearman correlation analysis between landscape satisfaction and other landscape perception

参数	景观和谐度	景观自然度	景观开敞度	景观丰富度
景观满意度	0.629**	0.678**	0.501**	0.537**

度和景观丰富度.

4.2 景观满意度

引入声元素前后的景观满意度评价结果,如表 2 所示.表 2 中:带 * 的数据表示引入声元素后的景观满意度评价结果与视觉景观满意度(无声条件下)评价结果存在显著差异(* 表示在 0.05 水平(双侧)上有显著差异,** 表示在 0.01 水平(双侧)上有显著差异);黑体数据表示引入声元素后评价结果得到显著提升.

表 2 引入声元素前后的景观满意度评价结果
Tab. 2 Landscape satisfaction evaluation results before and after introduction of sound elements

实验条件	景观满意度					实验条件	景观满意度				
	半开敞空间	垂直空间	覆盖空间	开敞空间	完全封闭空间		半开敞空间	垂直空间	覆盖空间	开敞空间	完全封闭空间
无声	3.69	3.15	3.44	3.71	3.62	成人说话声	2.42**	2.10**	2.35**	2.58**	2.00**
鸟叫声	4.16**	4.10**	4.36**	3.87	4.30**	儿童嬉闹声	3.03**	3.06	2.99	2.96**	2.62
虫鸣声	3.24*	3.12	3.55	3.33	3.54	脚步声	2.48**	2.42**	2.49**	2.66**	2.57**
蛙叫声	2.98**	2.95	3.54	3.37	3.13**	飞机轰鸣声	2.43**	2.44**	2.29**	2.44**	2.05**
风声	2.13**	2.24**	2.41**	2.75**	2.33**	交通声	2.58**	2.51**	2.51**	2.52**	2.20**
雨声	2.88**	2.97	2.97*	2.92**	3.38	施工声	2.32**	2.09**	2.33**	2.17**	2.15**
流水声	3.65	3.59*	3.84**	3.50	3.87						

运用威尔科克森(Wilcoxon)差异性检验,对引入声元素前后的景观满意度评价结果进行差异性检验.由此可得以下 5 个结论.

- 1) 在半开敞空间中,除了引入流水声无显著差异外,引入其他声元素前后的景观满意度评价结果之间均存在显著差异;引入鸟叫声可显著提高该类景观空间的景观满意度,引入虫鸣声、风声、成人说话声、飞机轰鸣声等声元素均会使景观满意度显著下降.
- 2) 在垂直空间中,除了引入虫鸣声、蛙叫声、雨声和儿童嬉闹声无显著差异外,引入其他声元素前后的景观满意度评价结果之间均存在显著差异;引入鸟叫声和流水声可显著提高该类景观空间的景观满意度,引入虫鸣声、风声、成人说话声、飞机轰鸣声等声元素均会使景观满意度显著下降.
- 3) 在覆盖空间中,除了引入虫鸣声、蛙叫声和儿童嬉闹声无显著差异外,引入其他声元素前后的景观满意度评价结果之间均存在显著差异;引入鸟叫声、虫鸣声、蛙叫声和流水声可显著提高该类景观空间的景观满意度,引入风声、成人说话声、飞机轰鸣声等声元素均会使景观满意度显著下降.
- 4) 在开敞空间中,除了引入鸟叫声、虫鸣声、蛙叫声和流水声无显著差异外,引入其他声元素前后的景观满意度评价结果之间均存在显著差异;引入鸟叫声可显著提高该类景观空间的景观满意度,引入虫鸣声、风声、成人说话声、飞机轰鸣声等声元素均会使景观满意度显著下降.
- 5) 在完全封闭空间中,除了引入虫鸣声、雨声、流水声和儿童嬉闹声无显著差异外,引入其他声元素前后的景观满意度评价结果之间均存在显著差异;引入鸟叫声和流水声可显著提高该类景观空间的景观满意度,引入虫鸣声、风声、成人说话声、飞机轰鸣声等声元素均会使景观满意度显著下降.

综上所述,引入鸟叫声和流水声对景观空间满意度评价结果具有良好的积极效果,其中,鸟叫声的引入可显著提升 5 类景观空间的景观满意度,而流水声的引入可显著提升垂直空间和覆盖空间的景观满意度.

此外,成人说话声、施工声、交通声、飞机轰鸣声等人为声元素的出现,则对 5 类景观空间的景观满意度评价结果产生负面影响.

4.3 景观和谐度

引入声元素前后的景观和谐度评价结果,如表 3 所示.

运用 Wilcoxon 差异性检验,对引入声元素前后的景观和谐度评价结果进行差异性检验.由此可得以下 5 个结论.

- 1) 在半开敞空间中,除了引入虫鸣声无显著差异外,引入其他声元素前后的景观和谐度评价结果之间均存在显著差异;引入鸟叫声可显著提高该类景观空间的景观和谐度,引入虫鸣声、风声、成人说话

声、飞机轰鸣声等声元素均会使景观和谐度显著下降。

2) 在垂直空间中,除了引入虫鸣声无显著差异外,引入其他声元素前后的景观和谐度评价结果之间均存在显著差异;引入鸟叫声和虫鸣声可显著提高该类景观空间的景观和谐度,引入风声、成人说话声、飞机轰鸣声等声元素均会使景观和谐度显著下降。

3) 在覆盖空间中,除了引入虫鸣声无显著差异外,引入其他声元素前后的景观和谐度评价结果之间均存在显著差异;引入鸟叫声和虫鸣声可显著提高该类景观空间的景观和谐度,引入风声、成人说话声、飞机轰鸣声等声元素均会使景观和谐度显著下降。

4) 在开敞空间中,引入所有声元素前后的景观和谐度评价结果之间均存在显著差异,而且没有可以显著提高该类景观空间景观和谐度的声元素,说明在开敞空间中引入常见声元素会破坏原本的景观和谐度。

5) 在完全封闭空间中,除了引入虫鸣声无显著差异外,引入其他声元素前后的景观和谐度评价结果之间均存在显著差异;引入鸟叫声可显著提高该类景观空间的景观和谐度,引入虫鸣声、风声、成人说话声、飞机轰鸣声等声元素均会使景观和谐度显著下降。

综上所述,引入鸟叫声和虫鸣声对景观空间的景观和谐度评价结果具有良好的积极效果,鸟叫声的引入能显著提升半开敞空间、垂直空间、覆盖空间和完全封闭空间的景观和谐度,而虫鸣声的引入能显著提升垂直空间和覆盖空间的景观和谐度。

此外,蛙叫声、风声、雨声、流水声等自然声元素和成人说话声、施工声、交通声、飞机轰鸣声等人为声元素的出现,则对 5 类景观空间的景观满意度评价结果产生负面影响。

表 3 引入声元素前后的景观和谐度评价结果

Tab. 3 Landscape harmony evaluation results before and after introduction of sound elements

实验条件	景观和谐度					实验条件	景观和谐度				
	半开敞空间	垂直空间	覆盖空间	开敞空间	完全封闭空间		半开敞空间	垂直空间	覆盖空间	开敞空间	完全封闭空间
无声	3.74	3.44	3.76	3.82	3.97	成人说话声	1.81**	1.70**	2.02**	2.22**	1.48**
鸟叫声	4.21**	4.00**	4.35**	3.28*	4.40**	儿童嬉闹声	2.71**	2.55**	2.60**	1.95**	2.09**
虫鸣声	3.52	3.54	3.82	3.20*	3.81	脚步声	2.15**	2.37**	2.38**	2.79**	2.59**
蛙叫声	2.63**	2.67**	3.15**	2.87**	3.12**	飞机轰鸣声	2.07**	2.03**	1.94**	2.17**	1.56**
风声	2.04**	2.20**	2.12**	2.83**	2.21**	交通声	2.44**	2.60**	2.45**	2.64**	2.19**
雨声	2.57**	2.73**	2.87**	2.43**	3.42**	施工声	1.98**	2.04**	2.15**	1.86**	1.87**
流水声	2.91**	2.64**	2.91**	2.40**	3.15**						

4.4 景观自然度

引入声元素前后的景观自然度评价结果,如表 4 所示。

表 4 引入声元素前后的景观自然度评价结果

Tab. 4 Landscape naturalness evaluation results before and after introduction of sound elements

实验条件	景观自然度					实验条件	景观自然度				
	半开敞空间	垂直空间	覆盖空间	开敞空间	完全封闭空间		半开敞空间	垂直空间	覆盖空间	开敞空间	完全封闭空间
无声	3.72	3.41	3.71	3.81	3.98	成人说话声	2.01**	1.52**	1.68**	1.76**	1.69**
鸟叫声	4.33**	4.48**	4.60**	4.46**	4.52**	儿童嬉闹声	2.49**	2.18**	2.22**	1.98**	2.13**
虫鸣声	3.84	4.24**	4.23**	4.28	4.38	脚步声	2.19**	2.02**	2.00**	2.23**	2.06**
蛙叫声	3.76	4.18**	4.33**	4.31*	4.20*	飞机轰鸣声	2.00**	1.66**	1.90**	1.77**	1.54**
风声	3.22*	4.12**	3.64	4.23*	3.59*	交通声	2.27**	2.20**	2.26**	2.13**	1.95**
雨声	3.62	4.09**	3.95	4.09	4.08	施工声	2.00**	1.64**	1.88**	1.67**	1.80**
流水声	4.00*	4.19**	4.30**	4.30*	4.30*						

运用 Wilcoxon 差异性检验,对引入声元素前后的景观自然度评价结果进行差异性检验.由此可得以下 5 个结论。

1) 在半开敞空间中,除了引入虫鸣声、蛙叫声和雨水声无显著差异外,引入其他声元素前后的景观

自然度评价结果之间均存在显著差异;引入鸟叫声、虫鸣声、蛙叫声和流水声可提升该类景观空间的景观自然度,引入风声、成人说话声、飞机轰鸣声等声元素均会使景观自然度显著下降.

2) 在垂直空间中,引入所有声元素前后的景观自然度评价结果之间存在显著差异;引入鸟叫声、虫鸣声等所有自然声元素可显著提高该类景观空间的景观自然度,引入成人说话声、飞机轰鸣声等所有人为元素显著降低了景观自然度.

3) 在覆盖空间中,除了引入风声和雨声无显著差异外,引入其他声元素前后的景观自然度评价结果之间均存在显著差异;除风声外的自然声元素均可提升该类景观空间的景观自然度,引入成人说话声、飞机轰鸣声等所有人为声元素均会使景观自然度显著下降.

4) 在开敞空间中,除了引入虫鸣声和雨声无显著差异外,引入其他声元素前后的景观自然度评价结果之间均存在显著差异;引入鸟叫声、虫鸣声等所有自然声元素可显著提高该类景观空间的景观自然度,引入成人说话声、飞机轰鸣声等所有人为声元素会使景观自然度下降.

5) 在完全封闭空间中,除了虫鸣声和雨声无显著差异外,引入其他声元素前后的景观自然度评价结果之间均存在显著差异;除风声外的所有自然声元素均可提高该类景观空间的景观自然度,引入成人说话声、飞机轰鸣声等所有人为声元素会使景观自然度下降.

综上所述,引入鸟叫声、虫鸣声等自然声元素对景观空间的景观自然度评价结果具有良好的积极效果,鸟叫声、虫鸣声、蛙叫声和流水声的引入可显著提升 5 类景观空间的景观自然度,风声的引入可显著提升垂直空间和开敞空间的景观自然度,雨声的引入可显著提升垂直空间、覆盖空间、开敞空间和完全封闭空间的景观自然度.

此外,成人说话声、施工声、交通声、飞机轰鸣声等人为声元素的出现,则对 5 类景观空间的景观满意度评价结果产生负面影响.

4.5 景观开敞度

引入声元素前后的景观开敞度评价结果,如表 5 所示.

表 5 引入声元素前后的景观开敞度评价结果

Tab. 5 Landscape openness evaluation results before and after introduction of sound elements

实验条件	景观开敞度					实验条件	景观开敞度				
	半开敞空间	垂直空间	覆盖空间	开敞空间	完全封闭空间		半开敞空间	垂直空间	覆盖空间	开敞空间	完全封闭空间
无声	3.92	3.24	3.39	4.25	3.43	成人说话声	2.57**	2.34**	2.64**	2.22**	2.40**
鸟叫声	4.12	4.12**	4.29**	4.33	4.02**	儿童嬉闹声	3.67	3.75**	3.59	3.23**	3.80
虫鸣声	3.72	3.76*	3.91*	3.94	3.59	脚步声	2.85**	2.68*	2.93	3.28**	2.95
蛙叫声	3.40**	3.64*	3.87*	3.78	3.46	飞机轰鸣声	3.60	3.70	3.77*	4.14	3.53
风声	3.46*	3.64	3.47	4.22	3.24	交通声	3.52*	3.76**	3.82*	3.97	3.52
雨声	3.39**	3.55	3.70	3.57*	3.56	施工声	2.75**	3.07**	3.13**	2.79**	2.61**
流水声	3.58	3.29	3.70	3.58**	3.61						

运用 Wilcoxon 差异性检验,对引入声元素前后的景观开敞度评价结果进行差异性检验.由此可得以下 5 个结论.

1) 在半开敞空间中,除了引入鸟叫声、虫鸣声、流水声、儿童嬉闹声和飞机轰鸣声无显著差异外,引入其他声元素前后的景观开敞度评价结果之间均存在显著差异;仅引入鸟叫声可显著提升该类景观空间的景观开敞度,引入虫鸣声、风声、成人说话声、飞机轰鸣声等声元素均会使景观开敞度显著下降.

2) 在垂直空间中,除了引入风声、雨声、流水声和飞机轰鸣声无显著差异外,引入其他声元素前后的景观开敞度评价结果之间均存在显著差异;引入鸟叫声、风声等所有自然声元素可显著提升该类景观空间的景观开敞度,引入成人说话声、飞机轰鸣声等所有人为声元素会使该类景观空间的景观开敞度显著下降.

3) 在覆盖空间中,除了引入风声、雨声、流水声、儿童嬉闹声和脚步声无显著差异外,引入其他声元素前后的景观开敞度评价结果之间均存在显著差异;引入鸟叫声、风声等所有自然声元素可显著提升该类景观空间的景观开敞度,引入成人说话声、飞机轰鸣声等所有人为声元素会使该类景观空间的景观开

敞度显著下降.

4) 在开敞空间中,除了引入雨声、流水声、成人说话声、儿童嬉闹声和脚步声存在显著差异外,引入其他声元素前后的景观开敞度评价结果之间均无显著差异;仅引入鸟叫声可显著提升该类景观空间的景观开敞度,引入虫鸣声、风声、成人说话声、飞机轰鸣声等声元素均会使景观开敞度显著下降.

5) 在完全封闭空间中,除了引入鸟叫声、成人说话声和施工声存在显著差异外,引入其他声元素前后的景观开敞度评价结果之间均无显著差异;除风声外的所有自然声元素、儿童嬉闹声、飞机轰鸣声和交通声可显著提升该类景观空间的景观开敞度,引入风声、成人说话声、脚步声、施工声这 4 种声元素会使景观开敞度显著下降,说明在该类景观空间中适当引入除以上 4 种声元素的其他常见声源均可提高使用者对完全封闭空间的景观开敞度.

综上所述,引入鸟叫声、虫鸣声等自然声元素对景观空间的景观开敞度评价结果具有良好的积极效果,鸟叫声的引入能显著提升 5 类景观空间的景观开敞度,虫鸣声、蛙叫声、雨声和流水声的引入能显著提升垂直空间、覆盖空间和完全封闭空间的景观开敞度,风声的引入可显著提升垂直空间和覆盖空间的景观开敞度.

此外,成人说话声、施工声、交通声、飞机轰鸣声等人为声元素的出现,对半开敞空间、垂直空间、覆盖空间和开敞空间的开敞度评价结果产生负面影响.

值得注意的是,引入儿童嬉闹声、飞机轰鸣声和交通声对完全封闭空间的景观开敞度评价结果具有积极效果.

4.6 景观丰富度

引入声元素前后的景观丰富度评价结果,如表 6 所示.

表 6 引入声元素前后的景观丰富度评价结果

Tab. 6 Landscape richness evaluation results before and after introduction of sound elements

实验条件	景观丰富度					实验条件	景观丰富度				
	半开敞空间	垂直空间	覆盖空间	开敞空间	完全封闭空间		半开敞空间	垂直空间	覆盖空间	开敞空间	完全封闭空间
无声	3.09	2.82	2.80	3.25	2.86	成人说话声	2.43 [*]	2.67 [*]	2.93	2.58 [*]	2.50
鸟叫声	3.91^{**}	3.89^{**}	3.77^{**}	4.11^{**}	3.58^{**}	儿童嬉闹声	3.63^{**}	4.10^{**}	3.85^{**}	3.88^{**}	3.86^{**}
虫鸣声	2.85	2.79	3.06	2.91	2.98	脚步声	2.16 ^{**}	2.21 ^{**}	2.18 ^{**}	2.76	2.26 ^{**}
蛙叫声	2.93	3.02	2.96	3.28	2.82	飞机轰鸣声	2.63 ^{**}	2.44 ^{**}	2.53	2.44 ^{**}	2.06 ^{**}
风声	2.42 ^{**}	2.62 ^{**}	2.38 [*]	2.82 ^{**}	2.16 ^{**}	交通声	2.76 [*]	3.17[*]	2.88	2.83 [*]	2.50
雨声	2.62 [*]	2.80 [*]	2.86	2.64 [*]	2.79	施工声	2.56 [*]	3.35[*]	3.13	3.17	2.67
流水声	3.01	2.66	2.86	2.84 [*]	2.83						

运用 Wilcoxon 差异性检验,对引入声元素前后的景观丰富度评价结果进行差异性检验.由此可得以下 5 个结论.

1) 在半开敞空间中,除了引入虫鸣声、蛙叫声和流水声无显著差异外,引入其他声元素前后的景观丰富度评价结果均存在显著差异;引入鸟叫声和儿童嬉闹声可明显提升该类景观空间的景观丰富度,引入虫鸣声、风声、成人说话声、飞机轰鸣声等声元素均会使景观丰富度显著下降.

2) 在垂直空间中,除了引入虫鸣声、蛙叫声、和流水声无显著差异外,引入其他声元素前后的景观丰富度评价结果均存在显著差异;引入鸟叫声、蛙叫声、儿童嬉闹声、交通声和施工声可明显提升该类景观空间的景观丰富度,引入风声、成人说话声等声元素均会使景观丰富度显著下降.

3) 在覆盖空间中,除了引入鸟叫声、风声儿童嬉闹声和脚步声存在显著差异外,引入其他声元素前后的景观丰富度评价结果均无显著差异;引入风声、脚步声和飞机轰鸣声会使景观丰富度显著下降,引入鸟叫声、雨声、成人说话声、交通声等声元素均可显著提升该类景观空间的景观丰富度.

4) 在开敞空间中,除了引入虫鸣声、蛙叫声、脚步声和施工声无显著差异外,引入其他声元素前后的景观丰富度评价结果均存在显著差异;引入鸟叫声和儿童嬉闹声可明显提升该类景观空间的景观丰富度,引入虫鸣声、风声、成人说话声、飞机轰鸣声等声元素均会使景观丰富度显著下降.

5) 在完全封闭空间中,除了引入鸟叫声、风声、儿童嬉闹声、脚步声和飞机轰鸣声存在显著差异,引

入其他声元素前后的景观丰富度评价结果均无显著差异;引入鸟叫声、虫鸣声和儿童嬉闹声可明显提升该类景观空间的景观丰富度,引入风声、成人说话声、飞机轰鸣声等声元素均会使景观丰富度显著下降.

综上所述,引入鸟叫声、虫鸣声、蛙叫、儿童嬉闹声、交通声和施工声对景观空间的景观丰富度评价结果具有良好的积极效果,鸟叫声和儿童嬉闹声的引入能显著提升 5 类景观空间的景观丰富度,虫鸣声的引入能显著提升覆盖空间和完全封闭空间的景观丰富度,蛙叫声、雨声、交通声和施工声的引入能显著提升垂直空间和覆盖空间的景观丰富度.

此外,脚步声、飞机轰鸣声和交通声这 3 种人为声元素的出现,对 5 类景观空间的景观丰富度评价结果产生负面影响.

5 结 论

将 5 类景观空间的图像及常见声元素在实验室内组合播放,通过主观问卷数据统计和语义差异法分析等方法,对比引入声元素前后受试者对景观空间的景观感知评价,探讨常见声元素对 5 类景观空间景观感知评价的影响.

由此可得以下 6 个结论.

1) 无声条件下景观满意度的影响因素. 景观满意度与景观和谐度、景观自然度、景观开敞度、景观丰富度等景观感知评价之间存在显著相关,且按照相关系数的大小进行排序后发现,景观自然度的相关系数最大,其与景观满意度之间的相关性最高.

2) 声元素对景观满意度的影响:引入鸟叫声和流水声对景观空间的景观满意度评价结果具有积极效果,而引入成人说话声、施工声、交通声、飞机轰鸣声等人为声元素,则对 5 类景观空间的景观满意度评价结果产生负面影响.

3) 声元素对景观和谐度的影响. 引入鸟叫声和虫鸣声对景观空间的景观和谐度评价结果具有积极效果,然而,蛙叫声、风声、雨声、流水声等自然声元素和成人说话声、施工声、交通声、飞机轰鸣声等人为声元素的出现,则对 5 类景观空间的景观和谐度评价结果产生负面影响.

4) 声元素对景观自然度的影响. 引入鸟叫声、虫鸣声等自然声元素对景观空间的景观自然度评价结果具有积极效果,然而,成人说话声、施工声、交通声、飞机轰鸣声等人为声元素的出现,则对 5 类景观空间的景观自然度评价结果产生负面影响.

5) 声元素对景观开敞度的影响. 引入鸟叫声、虫鸣声等自然声元素对景观空间的景观开敞度评价结果具有积极效果,成人说话声、施工声、交通声、飞机轰鸣声等人为声元素的出现,对半开敞空间、垂直空间、覆盖空间和开敞空间的景观开敞度评价结果产生负面影响;值得注意的是,引入儿童嬉闹声、飞机轰鸣声和交通声对完全封闭空间的景观开敞度评价结果具有积极效果.

6) 声元素对景观丰富度的影响. 引入鸟叫声、虫鸣声、蛙叫、儿童嬉闹声、交通声和施工声对景观空间的景观丰富度评价结果具有积极效果,脚步声、飞机轰鸣声和交通声这 3 种人为声元素的出现,均会对 5 类景观空间的景观丰富度评价结果产生负面影响.

初步探讨并验证了常见声元素对 5 类景观空间景观感知评价存在影响,需要说明的是,文中结论仅限于实验所用的景观照片,且受试者均为在校大学生,相关结论在后续的研究中需进一步进行验证,文中未涉及的人群仍需继续探索.

参考文献:

[1] 甘永洪,罗涛,张天海,等. 视觉景观主观评价的“客观性”探讨:以武汉市后官湖地区景观美学评价为例[J]. 人文地理,2013,28(3):64-69,126. DOI:10.13959/j.issn.1003-2398.2013.03.003.

[2] TVEIT M, ODE A, FRY G. Key concepts in a framework for analysing visual landscape character[J]. Landscape Research,2006,31(3):229-255. DOI:10.1080/01426390600783269.

[3] ODE A, TVEIT M, FRY G. Capturing landscape visual character using indicators: Touching base with landscape aesthetic theory[J]. Landscape Research,2008,33(1):89-117. DOI:10.1080/01426390701773854.

[4] WEBER T, SLOAN A, WOLF J. Maryland's green infrastructure assessment: Development of a comprehensive ap-

proach to land conservation[J]. Landscape and Urban Planning, 2005, 77(1): 94-110. DOI:10. 1016/j. landurbplan. 2005. 02. 002.

[5] ROTH M. Validating the use of internet survey techniques in visual landscape assessment: An empirical study from Germany[J]. Landscape and Urban Planning, 2005, 78(3): 179-192. DOI:10. 1016/j. landurbplan. 2005. 07. 005.

[6] 齐童,王卫华,王亚娟,等. 城市公园视觉景观质量的影响因素分析: 以北京市紫竹院公园为例[J]. 人文地理, 2014, 29(5): 69-74. DOI:10. 13959/j. issn. 1003-2398. 2014. 05. 012.

[7] ZHENG Bin, ZHANG Yaoqi, CHEN Jiquan. Preference to home landscape: Wildness or neatness? [J]. Landscape and Urban Planning, 2011, 99(1): 1-8. DOI:10. 1016/j. landurbplan. 2010. 08. 006.

[8] 王亚娟. 基于 SBE 和 SD 法的北京市郊野公园视觉景观质量研究[D]. 北京: 首都师范大学, 2013.

[9] QI Ying, FANG Xingyue, GAO Tian, *et al.* The effects of artificial lake space on satisfaction and restorativeness of the overall environment and soundscape in urban parks[J]. Frontiers in Built Environment, 2021(7): 1-10. DOI:10. 3389/fbuil. 2021. 664442.

[10] LIU Jiang, KANG Jian, BEHM H, *et al.* Effects of landscape on soundscape perception: Soundwalks in city parks [J]. Landscape and Urban Planning, 2014, 123(1): 30-40. DOI:10. 1016/j. landurbplan. 2013. 12. 003.

[11] 刘江, 郁珊珊, 王亚军, 等. 城市公园景观与声景体验的交互作用研究[J]. 中国园林, 2017, 33(12): 86-90. DOI:10. 3969/j. issn. 1000-6664. 2017. 12. 017.

[12] 刘江, 杨玲, 张雪葳. 声景感知与历史街区景观评价的关系研究: 以福州三坊七巷为例[J]. 中国园林, 2019, 35(1): 35-39. DOI:10. 3969/j. issn. 1000-6664. 2019. 01. 007.

[13] 籍仙荣, 陆风华, 王亚平. 大学校园户外学习空间的声舒适性研究: 以 5 栋山西高校图书馆的室外空间为例[J]. 应用声学, 2017, 36(4): 311-316. DOI:10. 11684/j. issn. 1000-310X. 2017. 04. 005.

[14] 诺曼 K·布思. 风景园林设计要素[M]. 曹礼昆, 译. 北京: 中国林业出版社, 1989.

[15] 廉英奇, 欧达毅, 潘森森. 实验室模拟与实地调查的声景评价与对比研究[J]. 建筑科学, 2021, 37(8): 139-144. DOI:10. 13614/j. cnki. 11-1962/tu. 2021. 08. 18.

[16] 杜帮国. 浅谈植物构成空间的形态[J]. 美术教育研究, 2014(5): 98-100. DOI:10. 3969/j. issn. 1674-9286. 2014. 05. 056.

[17] ALAN M. Network in network[EB/OL]. (2020-10-15)[2021-12-12]. <http://freesfx.co.uk/sfx/pile-drever>.

[18] 中国环境科学研究院. 声环境质量标准: GB 3096—2008[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2008.

[19] 于苏建, 袁书琪. 基于 SD 法的公园景观综合感知研究: 以福州市为例[J]. 旅游科学, 2012, 26(5): 85-94. DOI:10. 3969/j. issn. 1006-575X. 2012. 05. 010.

[20] 矫明阳, 高凤, 郝培尧, 等. 基于 SD 法的城市带状公园植物景观评价研究[J]. 西北林学院学报, 2013, 28(5): 185-190. DOI:10. 3969/j. issn. 1001-7461. 2013. 05. 37.

[21] 黄广远. 北京市城区城市森林结构及景观美学评价研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2012.

[22] 王建伟, 魏淑敏, 姚瑞, 等. 园林空间类型划分及景观感知特征量化研究[J]. 西北林学院学报, 2012, 27(2): 221-225. DOI:10. 3969/j. issn. 1001-7461. 2012. 02. 44.

(责任编辑: 钱筠 英文审校: 方德平)