

Comparison Study Between Field and Reproduction Based on Soundscape Restoration Effect

Xian Shi^{1, a}, Yuezhe Zhao^{2, b}, Zhenyu Guo^{3, c}

¹ School of Architecture, South China University of Technology, Guangzhou

² School of Architecture, South China University of Technology, Guangzhou

³ School of Architecture, South China University of Technology, Guangzhou

^a 4221289375@qq.com

^b 1360401443@qq.com

^c zhenyuguo404@qq.com

ABSTRACT

Based on soundscape perceived restorativeness, this paper guided the subjects to score the PRSS scale for two different soundscape spots of Yu Yam Ancestral Garden after field experience. Then, by recording videos with a camera and audios in two different ways (binaural and first order Ambisonics), reproducing the soundscape in the lab, and the field perception score was compared with the two group scores in the lab. The aim is to explore the validity of using two reproduction methods instead of field experiments in soundscape restorative perceptions. Finally, the application and deficiency of the two soundscape reproduction methods in the restoration effect are summarized, and the relevant conclusions can provide reference for the study of laboratory study on soundscape restorativeness effects.

Keywords: Soundscape, soundscape restoration effect, soundscape reproduction, binaural, ambisonics

基于声景恢复效应的现场实验与模拟重现对比研究

石宪^{1, a} 赵越喆^{2, b} 郭振宇^{3, c}

¹ 华南理工大学建筑学院, 广州

² 华南理工大学建筑学院, 广州

³ 华南理工大学建筑学院, 广州

^a 4221289375@qq.com

^b 1360401443@qq.com

^c zhenyuguo404@qq.com

摘要

本文基于声景恢复性体验, 引导被试对余荫山房两个声景点进行现场 PRSS 量表打分, 再通过双耳与一阶 Ambisonics 两种音频录制方式, 搭配相机所录制的视频材料于实验室还原现场声景, 使受试者再次进行 PRSS 量表打分, 然后将现场恢复性评分与实验室的两组评分进行对比。尝试探讨在声景恢复性评价方面, 使用两种实验室重现声景的方式(双耳声重放和一阶 Ambisonics 声重放)替代现场实验的可行性。最后对两种声景录制方法在恢复实验中的应用和不足进行了归纳总结, 相关结论可以为声景恢复性的实验室研究提供参考。

关键词: 声景观, 声景恢复性, 声景重现, 双耳声重放, Ambisonics 声重放

1 引言

近年来，随着健康城市的广泛讨论与研究，恢复性环境逐渐成为众多学者关注的焦点之一。而声景作为重要的环境要素，对环境恢复性质量产生了显著影响^[1]。在过去的十几年内，人们基于声景恢复性进行了一定的研究，形成了初步理论，并尝试探索了一系列研究方法或技术工具，获得了许多声景恢复性的实证与影响因素结论。

其中，一部分声景恢复实验选择在实地进行，能够获得最真实、最直观的声景恢复体验^[2-3]。但也有越来越多的声景恢复研究选择通过录制将声景带入实验室，不仅减少人力物力消耗，且可以更好的控制环境变量，从更多的维度设计实验^[4-7]。21世纪后，有学者开始探讨实验室模拟在声景感知评价上的有效性，并探讨不同的录制重放方式对评价结果的影响^[8-10]。2018年，国际标准化组织（ISO）建议，与声景相关的声学测量应该考虑人类感知声环境的方式，考虑此目的，可使用双耳测量系统（人工头）来记录声音环境。

然而，从声景的恢复性角度上，通过实验室模拟重现声景能否有效还原现场恢复体验，目前相关研究仍为空白。本文选取了余荫山房两个典型声景点，以PRSS量表作为声景恢复性的评价标准，通过对双耳录制重放与一阶ambisonics这两种声景重现方式下的恢复性评分与现场评分是否具有显著差异，以此探讨实验室模拟替代实地进行声景恢复体验的有效性。

2 研究方法

2.1 声景点选择

余荫山房作为岭南四大名园之一，拥有众多典型传统园林声景。笔者选取了园内具有代表性的两个声景点——浣红跨绿廊桥（声景点1）与闲趣亭（声景点2），作为声景感知与录制场地，如图1所示。廊桥的主要声源类型为背景音乐声、交谈声、风声等；闲趣亭的主要声源类型为瀑布声、鹅叫声、背景音乐声、交谈声等。



图1 余荫山房平面图及声景点现场照片

2.2 现场声景恢复实验

受试者由18名大学生组成，实验所使用的PRSS量表包含了4个维度（魅力、远离、兼容、延展），共

计14道七级量表题目。在进入园区前，先对所有受试者进行时长5分钟的压力诱导，以提升受试者压力值。进入园区后，经引导先来到声景点②，进行时长3min的声景感知后，填写PRSS量表对声景恢复潜力进行打分。之后引导至声景点①，再次进行声景恢复体验与量表填写。现场实验共计收集问卷36份。

2.3 声景录制

在受试者完成两个声景点的声景体验后，笔者团队对两个声景点分别进行了音频与视频信号的采集。如图2所示，视频材料采用微单相机进行录制，音频材料采用HEAD HMS数字人工头录制以及4通道麦克风一阶拾音(b format)。廊桥的等效声压级(A计权)为57.87dBA(左)、58.27dBA(右)；闲趣亭为71.56dBA(左)、70.83dBA(右)。



图2 声景录制现场

2.4 实验室声景恢复实验

采集到的音频及视频资料经处理、剪辑成时长3min的播放材料。重放实验于华南理工大学半消声室进行，地面铺满吸声地毯。视频资料通过受试者面前的显示器进行播放，双耳信号通过耳机+PEQ V均衡器进行高保真回放，一阶Ambisonics信号经解码后通过球形扬声器阵列（仅使用其中12个扬声器）进行回放。回放声压级均与录制时相同。

受试者仍为之前参加实地感知的18名学生，完成压力诱导后，按照现场当天的声景体验顺序，先播放闲趣亭的音视频材料，再播放浣红跨绿廊桥的音视频材料，每个声景点两种回放方式随机播放，以消除先后顺序所带来的影响。每段材料播放完成后，受试者随即填写PRSS问卷。重放实验中16人所填问卷有效，获得64份有效问卷。

3 声景重现方式对声景恢复性评价的影响

首先通过两因素重复测量方差分析，分析声景感知方式与声景类型这两个因素对声景恢复性评分是否具有交互作用；再根据结果，选取合适的事后检验方式进一步分析。

3.1 两因素重复测量方差分析

表1展示了在声景恢复性的4个不同维度（魅力、远离、兼容、延展）上，声景空间类型与感知方

式对声景恢复性评分影响的两因素重复测量方差分析计算结果。

分析结果表明，在魅力和兼容维度上，声景空间类型与感知方式各自不同的水平对声景恢复性评分产生了显著的交互作用，在远离维度上也表现出了边缘显著，因此针对这三个维度，需要逐一考虑在不同的声景空间上，现场感知与双耳录制重放、Ambisonics 重放下的评分差异；在延展维度上，结果显示声景空间类型与感知方式对声景恢复性评价并没有显著交互作用。

表 1 声景恢复性四个维度上的两因素重复测量方差分析计算结果

	魅力维度	远离维度	兼容维度	延展维度
声景类型因素	p	0.610	0.406	0.237
感知方式因素	p	0.472	0.344	0.321
两因素交互作用	p	0.019*	0.057	0.007**

注：*表示两者在 0.05 水平上显著差异；**表示在 0.01 水平上显著差异。

3.2 感知方式的简单效应

考虑了不同声景点的差异，图 3 展示了在余荫山房的两个声景点，现场实验、双耳录制重放、一阶 Ambisonics 声重放在 4 个维度（魅力、远离、兼容、延展）上的声景恢复感知评分对比。在方差分析结论的基础上，进行事后检验，其配对样本 t 检验计算结

果如表 2 所示，据此来分析感知方式的简单效应。需要注意的是，对于多组数据两组均数的比较，不能直接采用 t 检验，因为这样会增加假阳性的概率。因此选择利用 α 分割法，设定新的检验水准 $\alpha' = \alpha / 2 = 0.025$ ，将 t 检验得到的 p 值与新的显著性水平 $\alpha' = 0.025$ 进行比较，以减少假阳性的概率，是一种相对保守的方法。

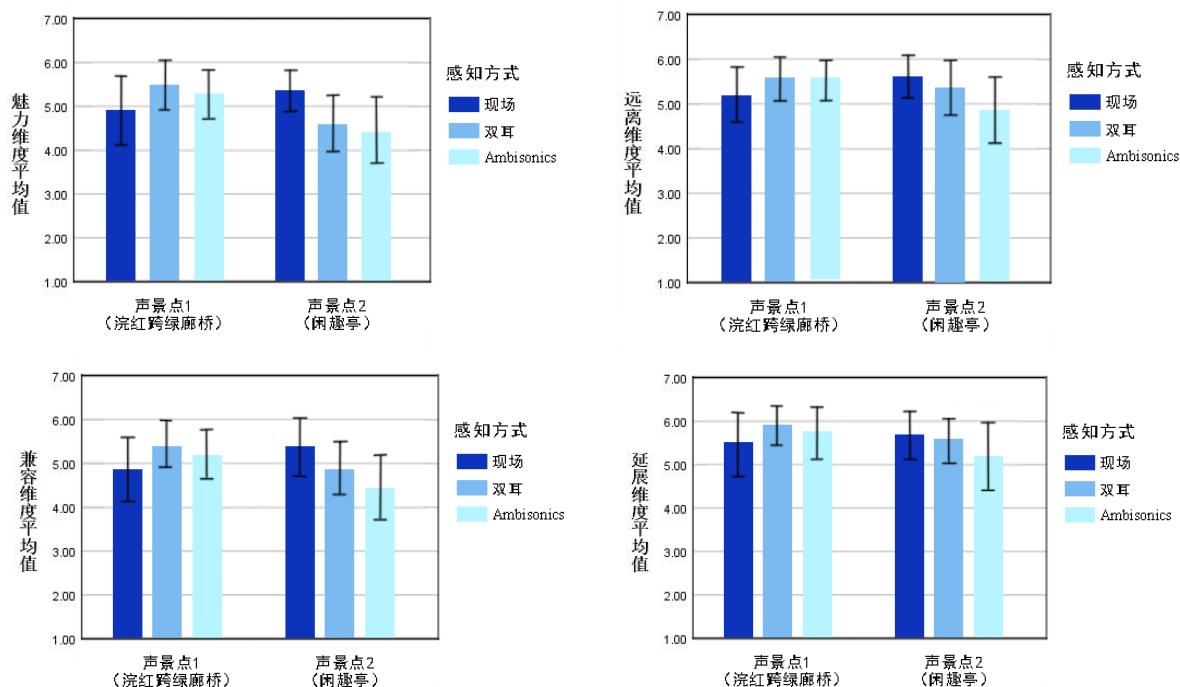


图 3 四种维度上，两声景点在三种不同感知方式下的恢复性评分对比

浣红跨绿廊桥：以背景音乐声、交谈声为主要声源，整体声压级较低。其配对样本 T 检验结果表明，无论是双耳录制重放还是一阶 Ambisonics，其恢复性评分均与现场评分无显著差异 ($p > 0.025$)，两种重放方式下的评分均值甚至略高于现场评分均值。

闲趣亭：以高声压级瀑布声、鹅叫声等自然声为主要声源。其配对样本 t 检验结果显示，双耳录制重放下的恢复性评分在四个维度上都与现场评分无显著差异 ($p > 0.025$)，略低于现场评分；一阶 Ambisonics 声重放下的恢复性评分则在魅力、兼容两个维度上都显著低于现场评分 ($p < 0.025$)，在远离、

延展维度上与现场无显著差异。

表2 每个声景点上，现场评分与双耳录制、一阶 Ambisonics 评分的两配对样本 t 检验计算结果

		魅力维度	远离维度	兼容维度	延展维度
声景点 2 (闲趣亭)	现场&双耳录制	均值差	0.734	0.250	0.125
		p	0.027	0.372	0.712
		Cohen's d	0.61	0.23	0.09
	现场&一阶 Ambisonics 录制	均值差	0.891	0.750	0.479
		p	0.016*	0.042	0.023*
		Cohen's d	0.68	0.56	0.33
声景点 1 (浣红跨绿廊桥)	现场&双耳录制	均值差	-0.578	-0.359	-0.438
		p	0.164	0.227	0.176
		Cohen's d	-0.37	-0.32	-0.35
	现场&一阶 Ambisonics 录制	均值差	-0.359	-0.328	-0.271
		p	0.450	0.335	0.441
		Cohen's d	-0.19	-0.25	-0.20

注：*表示两者在 0.05 水平上显著差异；**表示在 0.01 水平上显著差异。

4 结论

本文基于声景恢复性体验，引导被试对余荫山房两个声景点在现场以及实验室两种模拟重放方式（双耳和一阶 Ambisonics）下进行 PRSS 量表打分，然后将现场评分与实验室的两组评分进行对比。尝试探讨在声景恢复性方面，使用两种实验室重现声景的方式替代现场实验的可行性。

研究结果表明：于实验室进行声景恢复体验模拟再现实验，其还原度与声景点类型有关。对于闲趣亭此类以高声压级瀑布声为主要声源的空间，双耳与一阶 Ambisonics 两种方式的恢复性评分都低于现场，其中 Ambisonics 评分与现场具有统计学显著差异；对于廊桥此类以广播音乐声为主要声源的声景点，双耳或一阶 Ambisonics 都可以较好地还原现场声景恢复体验，与现场评分无显著差异。综合来看，双耳在还原现场声景恢复体验的能力上优于一阶 Ambisonics。需要说明的是，本研究仅测试了岭南园林两个代表性声景空间，且未考虑实验室模拟声压级大小的影响，相关结论仍待进一步验证。

REFERENCES

- [1] Zhang Yuan, Kang Jian, Jin Hong. (2015) Study on restorative benefits of public open space in high-density city:take Shenyang as an example .Architectural Journal, 13(S1): 152-157.
- [2] Payne SR and Guastavino C. (2018) Exploring the Validity of the Perceived Restorativeness Soundscape Scale: A Psycholinguistic Approach. Front. Psychol. 9:2224.
- [3] Zhang, Y., Kang, J., & Kang, J. (2017). Effects of Soundscape on the Environmental Restoration in Urban Natural Environments. Noise & health,19(87), 65-72.
- [4] Shan Shu, Hui Ma. (2018)The restorative environmental sounds perceived by children. Journal of Environmental Psychology,60:72-80.
- [5] Zhongzhe Li, Jian Kang. (2019) Sensitivity analysis of changes in human physiological indicators observed in soundscapes. Landscape and Urban Planning, 190:103593.
- [6] Amy Irwin,Deborah A. Hall,Andrew Peters,Christopher J. Plack. (2011) .Listening to urban soundscapes: Physiological validity of perceptual dimensions. 48(2):258-268.
- [7] Alvarsson, Jesper J., Stefan Wiens, and Mats E. Nilsson. (2010)Stress Recovery during Exposure to Nature Sound and Environmental Noise. International Journal of Environmental Research and Public Health.7(3):1036-1046.
- [8] Davies, William J. and Bruce, Neil S. and Murphy, Jesse E.(2014). Soundscape Reproduction and Synthesis. Acta Acustica united with Acustica .100:285-292.
- [9] Chunyang Xu, Jian Kang. (2019).Soundscape evaluation: Binaural or monaural?. The Journal of the Acoustical Society of America.145:3208-3217.
- [10] LIAN Yingqi,OU Dayi,PAN Sensen. (2021). Comparative Study on the Soundscape Evaluation between Laboratory Simulation and Field Investigation.building science, 37(8), 139-144.