

# 游客感知视角下杭州西湖风景区花港观鱼公园声景舒适度评价及其影响因素研究

Research on the Evaluation of Soundscape Comfort and Its Influencing Factors in Huagangguanyu Park in Hangzhou West Lake Scenic Area from the Perspective of Tourist Perception

胡竹强 李 胜\* 季 睿 徐博洋 王顺康  
HU Zhuqiang LI Sheng\* JI Rui XU Boyang WANG Shunkang

(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(2025)08-0078-10  
DOI: 10. 12193 / j. laing. 2025. 08. 0078. 009  
中图分类号: TU986  
文献标志码: A  
收稿日期: 2024-12-31  
修回日期: 2025-02-22

## 摘 要

提升声景舒适度对改善风景区噪声污染及提升游客出游体验至关重要,但是将视听属性与客观环境声压级相结合应用于改善风景区声环境舒适度的研究还较为缺乏。以游客感知视角作为切入点,在西湖风景区“花港观鱼”公园内20个实验样点进行现场监测及游客调查,共收集300份有效问卷,旨在探讨声景感知维度(声环境、感知场景、感知主体)对声景舒适度的影响。研究结果发现:(1)低水平的环境声压级并不对应高评级的声景舒适度;(2)59.2 dB是声景舒适度与其影响指标关系的临界点,该阈值对风景区声环境管理具有重要参考价值;(3)通过构建回归模型,有效揭示视听交互中各贡献指标对声景舒适度的作用规律;(4)游客个体特征(性别、气候背景、受教育程度、到访频率)对声景舒适度感知具有显著影响。以上述发现为依据提出相关声环境提升策略,以期在花港观鱼公园乃至西湖风景区的声环境优化提供科学依据和实践指导。

## 关键词

风景园林; 声景; 声景舒适度; 视听属性; 游客感知视角; 风景区

## Abstract

Enhancing soundscape comfort is crucial to improving noise pollution in scenic areas and enhancing the tourists' outing experience. However, few studies have been reported on the application of combining audio-visual attributes with objective ambient sound pressure levels to improve the comfort of the acoustic environment in scenic areas. Based on this, this study takes the tourists' perception perspective as the entry point. It conducts on-site monitoring and surveys among tourists at 20 experimental sites within Huagangguanyu Park in the West Lake Scenic Area, collecting a total of 300 valid questionnaires. The aim is to explore the influence of soundscape perception dimensions (sound environment, perceived scene, and perceived subject) on soundscape comfort. The research concluded that: (1) Low ambient sound pressure levels do not necessarily correlate with elevated assessments of sound comfort. (2) 59.2 dB represents the critical threshold in the relationship between sound comfort and its influencing factors, and this benchmark holds significant reference value for the management of the acoustic environment within the scenic area. (3) Through the construction of the regression model, the role of each contributing indicator in the audio-visual interactions on the sound comfort has been effectively revealed. (4) Individual characteristics of the tourists (gender, climatic background, education level, and frequency of visit) have a significant effect on the perception of sound comfort. Based on these findings, a sound environment improvement strategy is proposed to provide a scientific basis and practical guidance for optimizing the sound environment in Huagangguanyu Park and the West Lake Scenic Area.

## Keywords

landscape architecture; soundscape; soundscape comfort; audio-visual attribute; visitor perception perspective; scenic area

## 胡竹强

2000年生/男/安徽安庆人/在读硕士研究生/研究方向为声景观

## 李 胜

1978年生/男/浙江温州人/副教授/研究方向为风景园林科学技术、历史理论与遗产保护

## 季 睿

1997年生/男/江苏盐城人/硕士/研究方向为声景观、相对弱势群体的健康和福祉

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

声景 (soundscape) 的概念由加拿大音乐家R. Murray Schafer于20世纪60年代提出,在全球范围内引发广泛关注<sup>[1]</sup>。20世纪90年代,中国音乐界率先引入声景概念<sup>[2]</sup>。随后,王季卿<sup>[3]</sup>呼吁开展声的生态学和声景研究。秦佑国<sup>[1]</sup>通过比较风景园林、建筑声学、心

理声学等学科,对声景学研究范畴作出界定。2014年,国际标准化组织将声景定义为:个人或群体在所处场景中感知、体验及理解的声音环境<sup>[4]</sup>。这标志着声景研究进入新阶段。目前,声景研究领域已形成跨学科融合态势,其研究对象涵括城市建成区<sup>[5-6]</sup>、公园绿地<sup>[7-8]</sup>、宗教场所<sup>[9]</sup>和旅游景区<sup>[10]</sup>等多样化空间。

作为世界文化遗产的杭州西湖风景区,是中国风景园林的标杆,是中国传统园林视听美学的典范,其声景体系蕴含独特的审美价值与文化意义:既包含“怒涛卷霜雪”的自然声景,亦承载“西湖歌舞几时休”的人文音韵,并逐步形成了“南屏晚钟”等有声有色的声景名胜。然而,在风景区声景研究领域,过去因“视觉的暴政”<sup>[11]</sup>导致环境品质研究局限于视觉层面,对声景等感官维度的关注相对不足<sup>[12]</sup>。这种失衡现象在旅游业快速发展中愈发突显:大量游客涌入、导游喇叭使用、交通噪声等人工声源干扰了动物栖息环境,也降低了游客体验质量,对风景区声景价值构成严重威胁。仅以视觉景观主导的风景区营造方法已难以满足当代建设要求和游客需求。目前,针对西湖风景区声景研究主要集中在:(1)声景名胜历史变迁梳理<sup>[13-14]</sup>;(2)声景主观感知评价<sup>[15]</sup>;(3)声景游览地图绘制<sup>[16-17]</sup>;(4)声景观人文属性研究<sup>[18]</sup>。尽管相关研究成果日益丰富,但将视听交互应用于西湖风景区声景规划设计的研究仍显不足,制约了西湖风景区声景保护与旅游业的协调发展。

声景和视觉景观在风景区都是至关重要的,视听交互研究始于1983年Anderson等<sup>[19]</sup>的开创性工作,其研究方法可分为现场研究与实验室研究。现场研究多采用问卷调查、访谈以及声漫步等方法,重点关注城市公园

及公共开放空间等不同规模及类型的环境中的声景偏好、感知以及与视觉景观的一致性。例如,Liu等<sup>[20]</sup>发现局部视觉空间模式较景观构成更显著影响声景感知。实验室研究则通过采集和重现视听素材,采用不同组合方式(如视听交互、单听觉、单视觉)进行实验,近年来更倾向通过认知变化和生理反应评估声景观的健康效益。如张圆<sup>[21]</sup>揭示了声景恢复性对个体心理、生理和注意力水平的影响规律。舒珊<sup>[22]</sup>验证了16种声景对学龄儿童的恢复性效果,并将其应用于儿童生活场所设计优化中。

作为声景评价核心指标,声景舒适度研究正经历从单维声学参数向多感官协同的范式转变。虽然早期研究聚焦声压级<sup>[23]</sup>与声源特性<sup>[24]</sup>,但在声景获得国际标准化组织的明确定义后,关于声舒适度的研究更加倾向多感官协同作用,例如,Kang等<sup>[25-26]</sup>发现:规律性视听匹配可提升声舒适度评价,而游客的年龄差异会显著影响声舒适度感知。

总而言之,西湖风景区声景研究存在以下不足:(1)以游客视角出发的研究相对有限,未能充分反映风景区使用主体真实感知需求;(2)针对视听交互的研究有限,缺乏对视听属性与环境声压级协同作用的深入探讨;(3)缺少将声景舒适度的影响因素与规划实践相结合。这些研究空白不仅制约了风景区声景观的理论发展,也影响了其在城市空间规划及旅游发展中的实际应用价值。因此,本研究将现场声环境监测与游客声景感知调查相结合,探究西湖风景区花港观鱼公园声景舒适度特征及其影响因素,拟解决以下问题:(1)探究风景区声景舒适度空间分布特征;(2)探究声环境感知因子、感知场景特征、感知主体因子对声景舒适度的影响;(3)探析典型风景区声景舒适度提升的规划

设计策略。

## 1 研究区概况

杭州西湖风景区是中国5A级旅游景区,在2011年被列入《世界文化遗产名录》。本研究以西湖十景之一的“花港观鱼”公园为研究对象,该园属于西湖风景区南片的中心景区,面积约32.8 hm<sup>2</sup>,是杭州西湖风景区兴建的第一座大型现代公园,也是改造历史遗留风景名胜的试点工程<sup>[27]</sup>。整个工程经过40多年的建设,花港观鱼公园终成“花似海、港如网,人嬉鱼跃心欢畅”<sup>[28]</sup>的国内外著名的游览胜地。

研究预调研于2023年10月开展,体验花港观鱼公园视听环境并对游客展开相关访谈,从而获知公园声环境存在的问题:(1)公园南侧与西侧紧邻交通干道,受到交通噪声影响;(2)旅游团使用广播喇叭,掩盖了场地特色声源,影响游客旅游体验;(3)公园管理意识薄弱,营业性空间产生叫卖声、喇叭声等噪声导致场景视听不协调。

基于以上问题,结合花港观鱼公园景观分区确定20个声景体验与评价点位(图1),并邀请5名风景园林相关领域专家确定评价点位主导价值属性(表1)。测试点符合以下要求:(1)测试点必须完全面向游客开放;(2)测试点具有不同的视听环境特征且因其独特价值属性而获得较高访问量;(3)测试点应有可供游客坐着的座椅,以供被试者放松地体验环境以及完成问卷。

## 2 数据来源与研究方法

### 2.1 数据来源

在2023年11月5-16日,选取微风晴朗的天气,温度与湿度保持在人体感觉较舒适的状态(温度在18~25℃,相对湿度在



图1 研究区的位置及测试点分布  
Fig. 1 Location of the research area and distribution of testing points

40%~70%), 具体调研时间为上午9:00~11:00, 下午2:00~5:00。调研团队在各测试点随机选取游客进行客观物理数据与主观感知评价数据的采集, 为避免被试者行为状态<sup>[29]</sup>对评价结果产生影响, 所有被试者均处于坐着的状态。

### 2.1.1 声景监测数据

等效连续A计权声压级(LAeq)是声学研究最常用的参数之一<sup>[30]</sup>, 本研究采用LAeq代表场景的声环境感知因子。由一名团队人员带领被试者进行场景环境体验与问卷调查的同时, 另一名团队成员手持AWA5633型声压

级计保持安静, 测量并记录该场景内的LAeq, 采样时间为5~10 min, 仪器测试点保持在被试者端坐时的人耳高度(0.6~0.8 m), 距离周围主要声音反射面(除地面外)>3.5 m。

### 2.1.2 声景感知数据

室外声景调查侧重对声景主观评价, 本研究通过问卷调查对游客的主观感知评价数据进行收集。调查问卷由感知主体因子调查和感知场景因子评价两部分构成。

感知主体因子调查部分涵盖受访者的社会人口学特征, 具体包括: 性别、年龄、受教育程度、气候背景(以800 mm等降水量线

为界限, 确定游客来自中国北方或南方)、伴随状态(独自旅游或结伴旅游)、到访频率(初次到访、2~3次到访、4次及以上到访)。

感知场景因子评价部分包含声源期待主观调查与视听属性感知评价两部分。声源期待指个体在场景中对声环境产生的心理预期。研究提供各种声源供游客选择, 游客也可填写声源名称, 采用“此场景中, 您最希望/不希望出现的声音是?”的问题进行调查。在视听属性感知评价方面, 本研究参考景观评价和设计中的感知感官维度(PSDs)模型<sup>[31]</sup>以及在声景研究中得到广泛应用和验证的感知情感质量(PAQs)模型<sup>[32]</sup>, 选取空间开敞度、声景/视觉景观舒适度、声景/视觉景观多样性、声景/视觉景观自然度、声景/视觉景观宁静度、声景与视觉景观的协调度来表示场景的视听属性(表2), 各维度采用李克特5级量表进行量化评估, 确保数据的可操作性和可比较性。

本研究制定了标准化的数据采集过程: (1) 要求被试者在测试点固定位置就坐, 由研究人员介绍声景内涵和问卷指标的含义; (2) 被试者进行3~5 min的环境沉浸体验<sup>[33]</sup>; (3) 被试者完成问卷评价表。这一规范化流程有效保证了数据采集的科学性和可靠性。

调查获得问卷312份, 剔除不完整的问卷, 最终获得300份有效问卷(每个测试点15份), 有效率为96.15%, 被试者男女比例接近1:1。使用SPSS软件进行统计学分析, 采用Cronbach's  $\alpha$  检验10项视觉—听觉感知评价指标的内部一致性。Cronbach's  $\alpha = 0.786 > 0.6$ , 说明调研数据满足信度要求。利用因子分析法检验数据的效度, 采用KMO值和Bartlett球形检验进行分析。结果表明,  $KMO = 0.827 > 0.6$  ( $p < 0.01$ ), 说明调研数据满足效度要求。

表1 测试点位特征及分类  
Tab. 1 Testing point characteristics and classification

| 测试地点<br>Testing site | 景观分区<br>Landscape zoning | 主导声源<br>Dominant sound source | 价值属性<br>Value attribute | 景观特色<br>Landscape feature     |
|----------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| T1 花港观鱼东门            | 鱼池古迹                     | 交谈声、喇叭声                       | 公园出入口                   | 门口为树阵广场, 可望西湖                 |
| T2 鱼池古迹              | 鱼池古迹                     | 交谈声、鸟鸣声                       | 历史文化价值                  | 古鱼池以及一座御碑亭, 乔木较多              |
| T3 蒋庄                | 蒋庄                       | 鸟鸣声、风声                        | 历史文化价值                  | 马一浮纪念馆前, 四周种植大量乔木, 邻近南湖       |
| T4 大草坪               | 大草坪观赏区                   | 交谈声、鸟鸣声                       | 游憩观景价值                  | 大面积草坪, 场地后方种植大量乔木, 前方是里西湖     |
| T5 翠雨厅               | 大草坪观赏区                   | 机械声、鸟鸣声                       | 餐饮休闲价值                  | 餐饮类建筑, 有一片荷花, 邻近里西湖           |
| T6 滨湖长廊              | 红鱼池观赏区                   | 鸟鸣声、水声                        | 游憩观景价值                  | 沿南湖岸线的长廊, 背面是茂密植被, 可观赏鱼、鸭     |
| T7 竹廊                | 红鱼池观赏区                   | 鸟鸣声、交谈声                       | 游憩观景价值                  | 一座竹廊, 临近水面, 另一面是茂密的植被         |
| T8 红鱼池               | 红鱼池观赏区                   | 交谈声、嬉戏声                       | 游憩观景价值                  | 场地内有大量的观赏鱼                    |
| T9 印影亭               | 红鱼池观赏区                   | 交谈声、鸟鸣声                       | 游憩观景价值                  | 一座临水的亭子                       |
| T10 魏庐               | 魏庐                       | 水声、机械声                        | 餐饮休闲价值                  | 一座餐饮建筑, 中间是一片水面, 四周被植被包围      |
| T11 鱼乐园              | 杨公堤                      | 鸟鸣声、水声                        | 游憩观景价值                  | 处于林中, 邻近里西湖                   |
| T12 红栎山庄             | 杨公堤                      | 鸟鸣声、水声                        | 历史文化价值                  | 建筑群, 中部一片水面, 由木制广场连接, 四周被植被包围 |
| T13 花港观鱼西门           | 杨公堤                      | 交通声、交谈声                       | 公园出入口                   | 临近交通干道, 场地内有停车场               |
| T14 牡丹亭              | 牡丹园                      | 鸟鸣声、交谈声                       | 游憩观景价值                  | 设于土石山上的亭子                     |
| T15 丛林观赏             | 丛林区                      | 鸟鸣声、风声                        | 游憩观景价值                  | 场地被茂密的植被包围                    |
| T16 疏林草地             | 芍药园                      | 鸟鸣声、风声                        | 游憩观景价值                  | 有一片草坪, 部分乔木以及水系               |
| T17 茶室               | 芍药园                      | 机械声、交谈声                       | 餐饮休闲价值                  | 餐饮类建筑, 邻近南湖                   |
| T18 紫藤花廊架            | 港道区                      | 交通声、鸟鸣声                       | 游憩观景价值                  | 临近水面, 靠近交通干道                  |
| T19 游船码头             | 港道区                      | 水声、机械声                        | 休闲娱乐价值                  | 临近南湖, 另一面是乔木, 场地内可进行游船活动      |
| T20 花港观鱼南门           | 港道区                      | 交通声、交谈声                       | 公园出入口                   | 临近交通干道的集散广场, 邻近南湖             |

表2 视听属性评价指标  
Tab. 2 Audio-visual attribute evaluation indicators

|          | 视觉—听觉评价指标<br>Visual-auditory evaluation indicator | 指标描述<br>Indicator description |
|----------|---------------------------------------------------|-------------------------------|
| 视觉属性评价指标 | 空间开敞度 SOD                                         | 所处空间在视觉上的开敞程度                 |
|          | 视觉景观舒适度 VCD                                       | 所处空间景观在视觉上的舒适程度               |
|          | 视觉景观多样性 VDD                                       | 所处空间景观类在视觉上的多样程度              |
|          | 视觉景观自然度 VND                                       | 所处空间景观在视觉上的自然程度               |
|          | 视觉景观宁静度 VTD                                       | 所处空间景观在视觉上是否保持平静              |
| 听觉属性评价指标 | 声景舒适度 SCD                                         | 所处空间声音的舒适程度                   |
|          | 声景多样性 SDD                                         | 所处空间声音类型的多样程度                 |
|          | 声景自然度 SND                                         | 所处空间声音的自然程度                   |
|          | 声景宁静度 STD                                         | 所处空间声音的宁静程度                   |
| 视听属性评价指标 | 声景与视觉景观协调度 SVHD                                   | 所处空间声环境与视觉景观交互关系              |

2.2 研究方法

2.2.1 IDW 可视化表达

计算各测试点平均 LAeq 代表该场景环境

声压级, SCD 得分结果采用同样的方法, 导入 ArcGIS 软件, 采用反距离加权插值法 (IDW) 对环境声压级及 SCD 的空间分布进行可视化

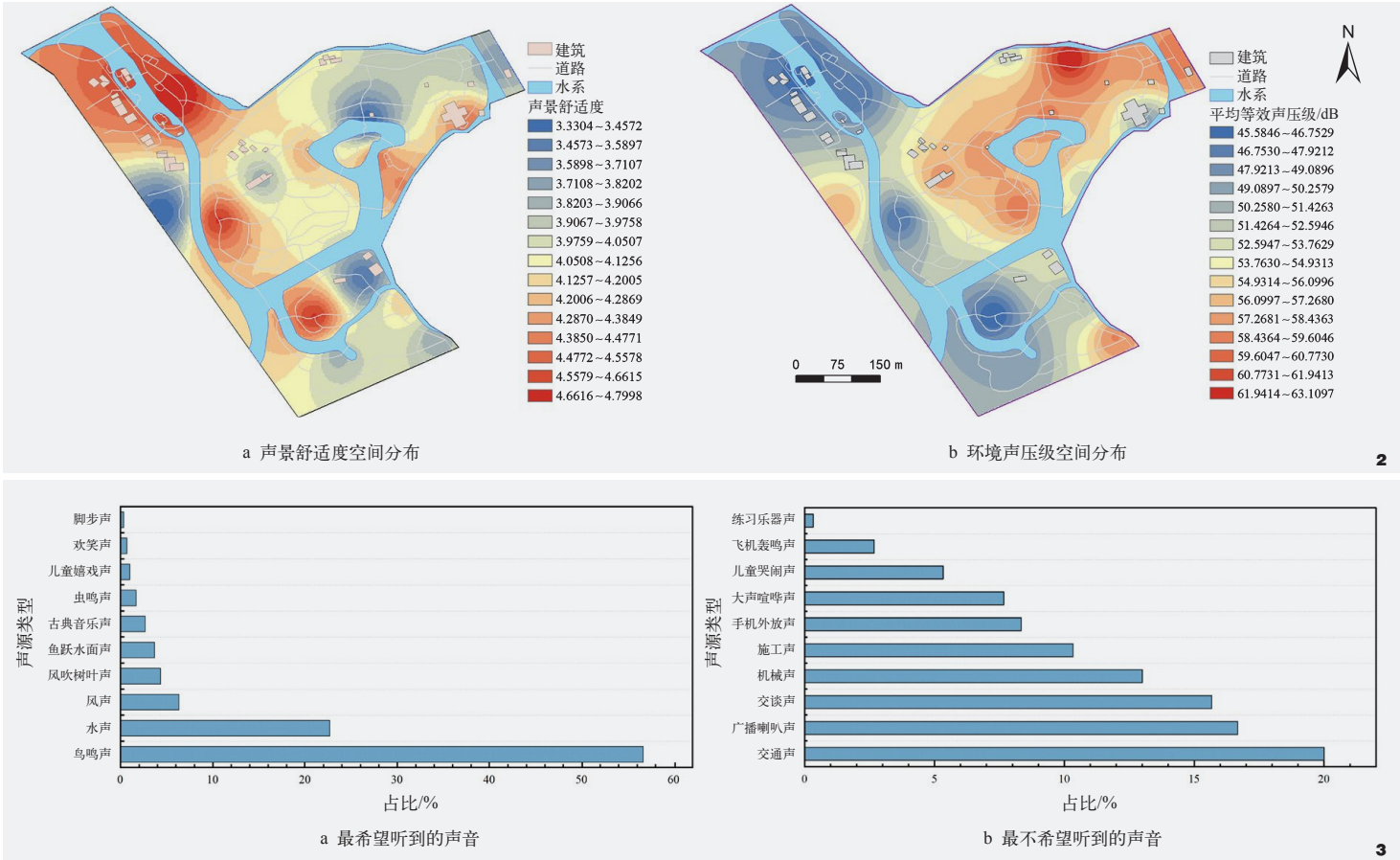
表达并分析其相应特征。

2.2.2 相关性分析

利用 R 语言对环境声压级及视觉—听觉感知评价指标进行皮尔逊相关性分析, 分析环境声压级与视听属性的具体量化指标间的相关性程度, 取值范围为 -1 ~ 1,  $p$  值显著性水平分为相关 ( $p < 0.05$ )、显著相关 ( $p < 0.01$ )、极显著相关 ( $p < 0.001$ )。

2.2.3 非线性回归分析

非线性回归分析用于建立自变量与因变量间的非线性关系模型。在确定自变量与因变量间存在显著相关性的基础上, 利用 R 语言绘制散点图初步观察进而使用不同的非线性模型估计, 选择拟合效果最优的非线性模



型，分析环境声压级与SCD关系。

### 2.2.4 线性回归分析

线性回归分析用于建立自变量与因变量间的线性关系模型。在相关性分析的基础上，筛选与SCD有较强相关性的变量，SCD为因变量，其他变量为自变量。利用R语言对SCD及其相关视听因子进行线性回归，分析显著性强的视听指标与SCD关系。

### 2.2.5 差异性分析

采用独立样本t检验分析感知个体差异

二分类变量对SCD感知的影响，采用单因素ANOVA检验对多分类变量进行相应的分析。

## 3 结果与分析

### 3.1 声景舒适度空间分布特征

本研究基于ArcGIS 10.8平台，采用IDW法对环境声压级与SCD评分进行空间插值分析（图2）。结果表明，SCD评分呈现显著空间异质性特征，其值域分布遵循：T11>T15=T16>T12>T3=T7>T6>T9>T19>T5=T14>T2=T4>T10=T18=T20>T1>T17>T8=T13，其中SCD评分最高为T11（4.8），评分最小值

为T8及T13（3.3）。对比分析显示，环境声压级空间分布与SCD评分存在显著差异，其空间分布梯度呈现：T4>T1>T15>T9>T8>T20>T2>T10>T13>T7>T5>T6>T17>T19>T3>T18>T11>T15>T12>T16，其中环境声压级最大值为T4（63.1 dB），最小值为T16（45.6 dB）。

### 3.2 声环境感知因子对声景舒适度的影响

#### 3.2.1 声源期待主观调查

通过对游客主观感知声期待数据进行分析统计（图3），结果显示，游客声期待呈

现选择性特征：在期待感知声源（图3-a）中，自然声源占主导地位，其累计选择率达85.67%，具体为鸟鸣声（56.67%）、水声（22.67%）和风声（6.33%），通过访谈得知受访者普遍将自然声与“心理舒缓”“环境协调”等正向情绪相关联；在排斥性声源（图3-b）中，人工噪声构成主要干扰因子，其中交通声占比最高（20%），其次为广播喇叭声（16.67%）和交谈声（15.67%），受访者表示这类声音易引发“听觉过载”“空间异化”等负面感知，特别是高频机械噪声与景区生态基底间的视听不协调现象，导致受访者产生烦躁情绪。

3.2.2 环境声压级对声景舒适度的影响

通过回归模型探讨环境声压级对SCD的影响。已有研究表明，不同分贝范围内SCD的影响指标有所不同<sup>[34]</sup>。本研究相关性检验显示SCD与环境声压级间呈现显著负向关联 ( $R = -0.340, p < 0.01$ )，利用R语言进行非线性拟合，通过二阶导数解析发现59.2 dB为声压级—SCD响应曲线的拐点（图4）。回归分析表明，当客观环境声压级低于59.2 dB时，SCD与环境声压级呈明显负相关。再次进行相关性分析验证59.2 dB以上（N=225）和以下（N=75）的数据组。结果表明，59.2 dB以下时，环境声压级与SCD呈显著负相关 ( $R = -0.275, p = 0.000 < 0.001$ )，超过59.2 dB后，相关系数较低 ( $R = -0.184, p = 0.114 > 0.05$ )。这表明，当声压级达到一定值时（本研究为59.2 dB），受试者的评价变化明显，变得更加不可预测。

3.3 感知场景因子对声景舒适度的影响

通过整理问卷评价表以及各测试点的声学数据，对环境声压级与视觉—听觉感知评

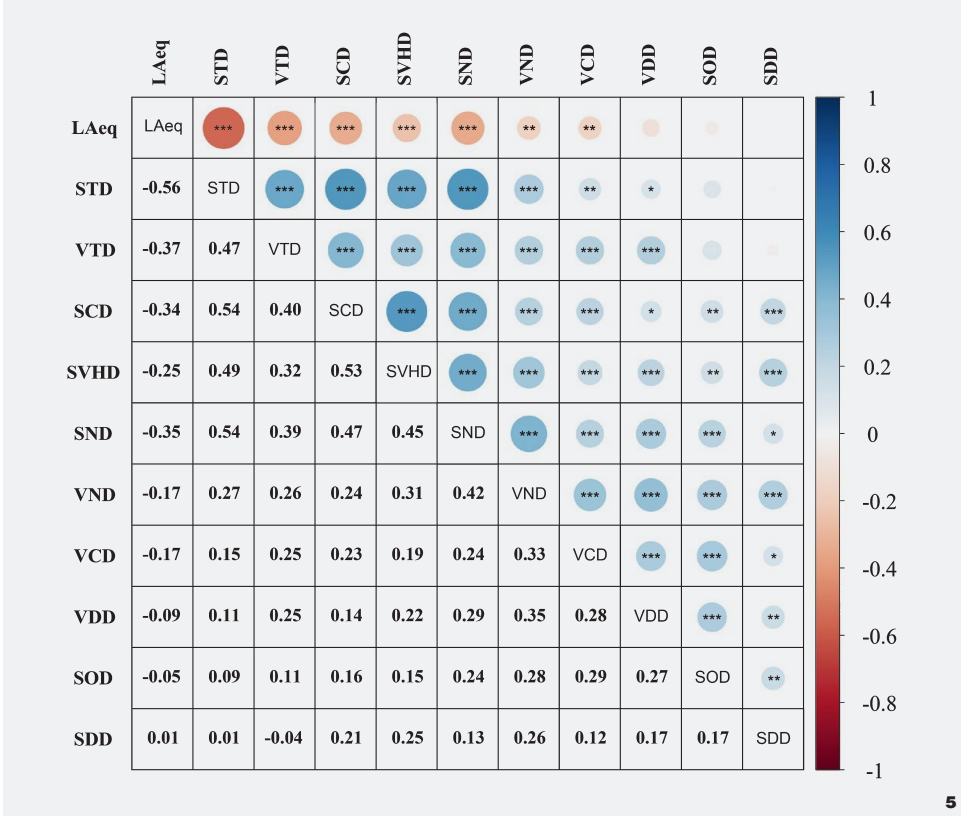
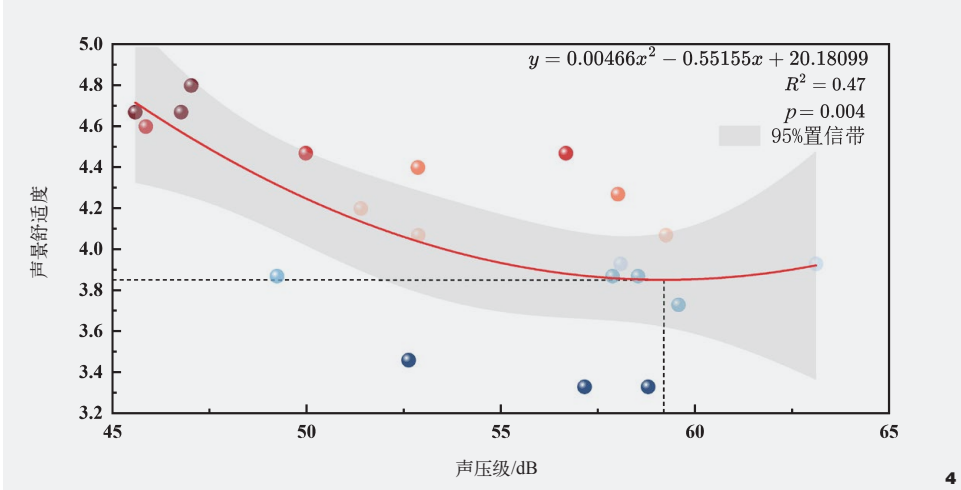


图4 声压级—SCD响应曲线  
Fig. 4 Sound pressure level-SCD response curve

图5 客观环境声压级与视觉—听觉感知评价指标之间的皮尔逊相关性分析图  
Fig. 5 Pearson correlation analysis between objective ambient sound pressure level and visual-auditory perception evaluation indexes

价指标进行相关性分析（图5），以揭示各评价指标对SCD的影响。相关性分析结果表明，SCD与其余9项视觉—听觉感知评价指标均

显著相关。  
在接下来的回归分析中，分别探讨视觉属性、听觉属性以及视听属性对SCD产生的

表3 回归模型  
Tab.3 Regression model

| 分组<br>Group | $R^2$ | 模型<br>Model | $B$ 值<br>$B$ value | 标准误差<br>Standard error | $t$ 值<br>$t$ value | $p$ 值<br>$p$ value | 容差<br>Tolerance | 方差膨胀因子<br>Variance inflation factor |
|-------------|-------|-------------|--------------------|------------------------|--------------------|--------------------|-----------------|-------------------------------------|
| 视觉属性        | 0.183 | 常量          | 2.320              | 0.238                  | 9.740              | 0.000              | —               | —                                   |
|             |       | VTD         | 0.339              | 0.050                  | 6.731              | 0.000              | 0.934           | 1.071                               |
|             |       | VND         | 0.140              | 0.051                  | 2.272              | 0.007              | 0.934           | 1.071                               |
| 听觉属性        | 0.368 | 常量          | 1.753              | 0.207                  | 8.487              | 0.000              | —               | —                                   |
|             |       | SDD         | 0.173              | 0.046                  | 3.747              | 0.000              | 0.980           | 1.020                               |
|             |       | SND         | 0.182              | 0.047                  | 3.905              | 0.000              | 0.690           | 1.450                               |
| 视听属性        | 0.284 | 常量          | 2.045              | 0.195                  | 10.499             | 0.000              | —               | —                                   |
|             |       | SVHD        | 0.551              | 0.051                  | 10.885             | 0.000              | 1.000           | 1.000                               |

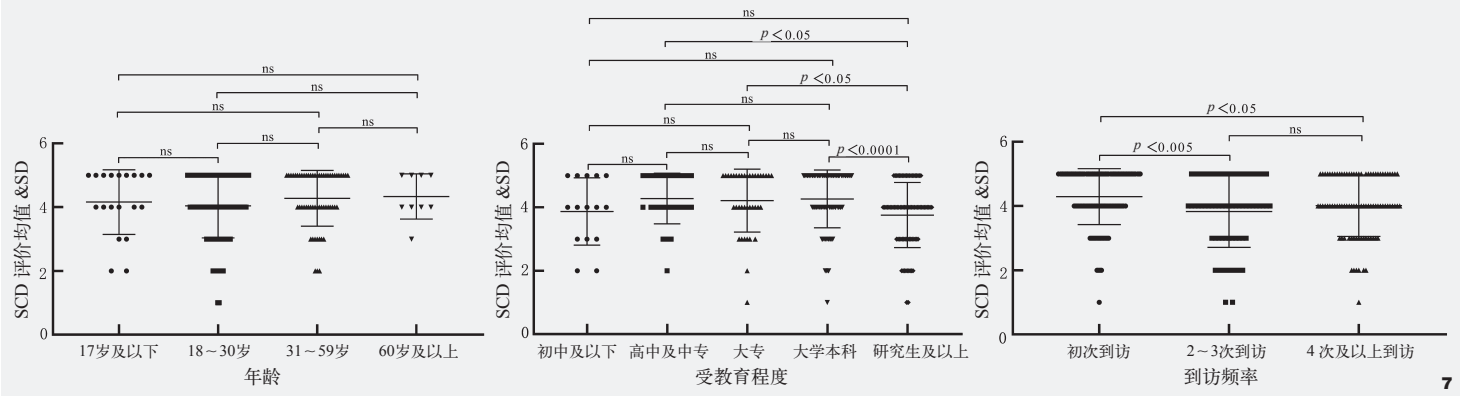
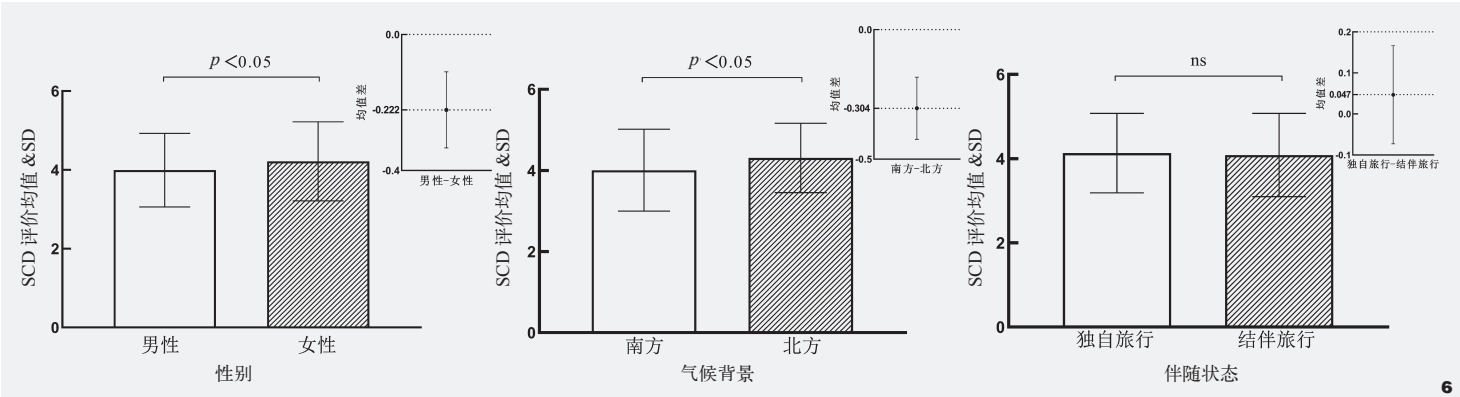


图6 二分类变量对SCD的影响  
Fig. 6 The impact of binary variables on soundscape comfort

图7 多分类变量对SCD的影响  
Fig. 7 The impact of multi-categorical variables on soundscape comfort

影响(表3)。视觉属性方面,相关性分析表明,5项视觉属性指标均与SCD显著相关。但通过多元回归分析发现,SOD、VCD、VDD的

显著性 $p$ 值大于0.05,故而剔除回归方程,生成模型( $R^2=0.183$ )见公式(1)。听觉属性方面,三个指标SDD、SND、STD均显

著相关,生成模型( $R^2=0.368$ )见公式(2)。视听属性方面,SVHD与SCD显著相关,生成模型( $R^2=0.284$ )见公式(3)。

$$y = 2.320 + 0.339x_1 + 0.140x_2 \quad (1)$$

$$y = 1.753 + 0.173x_3 + 0.182x_4 + 0.346x_5 \quad (2)$$

$$y = 2.045 + 0.551x_6 \quad (3)$$

式中,  $y$ 为SCD,  $x_1$ 为变量指标VTD,  $x_2$ 为VND,  $x_3$ 为SDD,  $x_4$ 为SND,  $x_5$ 为STD,  $x_6$ 为SVHD。

### 3.4 感知主体差异对声景舒适度的影响

本研究采用差异性分析探讨人口学变量对游客感知SCD的影响。确保方差齐性后, 运用独立样本t检验进行组间比较(图6), 结果表明, 不同性别对SCD的感知存在明显差异( $p = 0.048 < 0.05$ ), 男性SCD评价均值( $M = 3.994$ ,  $SD = 0.933$ )较女性( $M = 4.215$ ,  $SD = 1.005$ )低0.221个标准差; 基于800 mm等降水量线的气候分区显示, 南方籍游客SCD评价均值( $M = 4.005$ ,  $SD = 1.010$ )显著低于北方籍游客( $M = 4.309$ ,  $SD = 0.855$ )( $p = 0.012 < 0.05$ ); 另外, 伴随状态未呈现显著影响( $p = 0.69 > 0.05$ )。

通过单因素ANOVA对游客年龄、受教育程度、到访频率进行分析并两两比较(图7)。结果表明, 年龄组间差异不显著; 受教育程度的差异会显著影响游客感知SCD( $p = 0.002 < 0.01$ ), 初中及以下游客( $M = 3.867$ ,  $SD = 1.060$ )与其他游客之间对SCD感知没有差异, 研究生及以上游客( $M = 3.756$ ,  $SD = 1.025$ )与高中及中专( $M = 4.276$ ,  $SD = 0.797$ )、大专( $M = 4.211$ ,  $SD = 0.991$ )、大学本科( $M = 4.265$ ,  $SD = 0.913$ )受教育程度之间的差异具有显著意义; 到访频率呈现显著差异( $p = 0.003 < 0.01$ ), 初次到访的游客( $M = 4.293$ ,  $SD = 0.869$ )对SCD评价均值明显高于2~3次到访( $M = 3.829$ ,  $SD = 1.116$ )与4次及以上到访( $M = 4.011$ ,  $SD = 0.954$ )的游客。

## 4 讨论

### 4.1 风景区声景舒适度特征

通过分析发现, 西湖风景区花港观鱼公园SCD呈现差异化空间特征, 主要表现为:

(1) 主导声源对SCD空间分布具有显著解释力。自然声源为主导的区域, 如杨公堤、丛林区, 获得了较高的SCD评价。反之, 公园出入口区域因高频次的人流及机动车辆通行, 导致人工声源主导, 整体声景舒适度较低。这表明场景内的主导声源显著影响游客对SCD的感知。

(2) 从环境声压级的角度分析, 低水平的环境声压级并不对应SCD的高评价结果。以T18紫藤花廊架以及T17茶室为例, 其环境声压级处于较低水平, 同时获得相对较低的SCD评分。这表明, 低水平的环境声压级并不一定会对游客的SCD感知产生积极影响, 特定场景的视听属性和感知主体差异可能产生显著调节效应。因此, 研究需要进一步探讨声环境感知因子、感知场景因子以及感知主体因子对SCD评价的影响。

### 4.2 影响声景舒适度感知的因素

#### 4.2.1 声环境感知因素的影响

在游客的主观感知中, 自然声景被视为舒适的声源类型, 游客希望能够听到这些声音; 而人工声景则被认为是不舒适的声源, 游客通常不希望在游览过程中听到过多此类声音。

在声压级—SCD感知阈值效应层面, 本研究发现59.2 dB被认定为游客感知SCD的转折点, 较既有研究呈现显著下移趋势, 如Kang等<sup>[26]</sup>提出的城市开放空间73 dB阈值以及相关研究提出的影响整体声景舒适度的77 dB拐点<sup>[34]</sup>。本研究阈值位移现象可从两方面阐释: 其一, 游客较城市人群具有更敏锐

的声环境敏感度; 其二, SCD感知评价与个体对环境的感知密切相关, 个体差异会影响环境声压级转折点的具体水平。在西湖风景区的声景观规划与噪声控制过程中, 可以参考这一分贝值进行相应的改造与设计。

#### 4.2.2 感知场景因素的影响

基于多元回归分析, 本研究揭示了视觉与听觉属性对SCD感知的调控影响。在视觉属性中, 只有VTD、VND会对SCD产生显著正向调控, 可通过增强视觉缓冲效应, 实现对声压级的感知补偿。另外, 听觉属性SDD、SND、STD以及视听属性SVHD均展现显著影响力。目前, 风景区高声压级削弱了游客对环境的感知能力以及对美学的欣赏。针对高声压级导致的视听感知竞争, 可通过提升视觉方面的VTD、VND(如植被营造自然场景), 优化听觉方面的SDD、SND、STD(引入间歇性自然声掩蔽技术)以及强化视听协调度SVHD(同步视觉焦点与声源方向的空间设计), 从而在一定程度上减轻高声压级对游客的干扰。

#### 4.2.3 感知主体因素的影响

本研究发现性别、气候背景、受教育程度和到访频率会显著影响游客对SCD的感知。其中, 女性对SCD感知更宽容, 主观评价高于男性游客; 来自中国北方的游客表现出更高的SCD评价, 这与南北气候差异有关, 北方游客表示:“在北方很少见大片水景, 自然水声不常听到, 因此水拍击岸边和摇桨激起的水声都令我感到舒适。”在受教育程度方面, 高学历游客对SCD评价更严格。此外, 初次到访的游客对SCD评价明显高于非初次到访的游客。这也再次印证了感知个体差异对SCD感知评价的影响, 为本研究中环境声压级与SCD

关系的转折点不同于以往研究提供了有力支撑。研究还表明,不同伴随状态和不同年龄段的游客对SCD的感知不存在显著差异。

## 5 声景观规划设计应用策略

### 5.1 降噪突显场地特色声源

场地声环境受主导声源与噪声干扰程度的动态影响。各场景声源各具特色,如杨公堤和丛林区的鸟鸣声、魏庐的瀑布声均受到游客高度评价。在红鱼池和鱼池古迹等声环境较差的区域,游客认为水声、鱼跃声也是舒适的声音,然而,过多游客流量造成的噪声掩盖了这些特色声源,导致声环境令人感到不适。建议采取三级降噪系统:一级干预聚焦游客管理,通过要求旅游团使用蓝牙导览系统替代人工扩声,设置声景解说装置规范游客行为;二级隔音侧重空间重构,针对公园入口处等人、车流大的节点设置五层植被声屏障(乔木—灌木—地被—地形微起伏—景墙);三级处理应用于餐饮服务区,采用动态声掩蔽技术(声景艺术装置+定向传声设备)调控餐饮机械噪声传播路径,从而突显场地特色声源。

### 5.2 增强视听环境空间布局

通过降噪提升声环境质量在规划设计中常被提起,但盲目降低声压级可能无法达到预期效果。本研究表明,59.2 dB是环境声压级与SCD的转折点,当声压级突破59.2 dB阈值时,视觉与听觉属性优化成为关键调控路径。可提升VTD、VND、SDD、SND、STD从而优化SCD,利用植被围合自然场景,增强自然声景的环绕感,提升声景多样性以及视听自然度与宁静度;设置安静游憩区和安静休息区,以植物组团、静水面和亭台楼阁营造景观,播放古典音乐,让游客身临其境,静

身静心。SVHD也是影响SCD的重要指标,在设计层面,可通过在场景视觉焦点处营造相应的声源;在景区管理层面,通过禁止使用喇叭、管理商贩叫卖等方式提升视听协调性与一致性。

### 5.3 提升舒适性声景观序列

将声景设计融入园林小品,引入舒适性声景元素以丰富场景声景层次感。例如,在公园入口或人流聚集的广场设置连贯发声的喷泉、跌水等,从而掩蔽噪声,削弱不舒适声景元素,并增强舒适性声景元素;在游客游憩、休息的区域增加鸟鸣声、水声等舒适性声景元素,设置声景艺术装置,如发声雕塑、树箱等。

### 5.4 营造各人群友好声环境

鉴于不同社会属性的游客对SCD的感知具有显著差异,因此在规划设计中要尽可能为不同人群创造更好的声环境。例如,为北方游客设置高清晰度的水声体验节点;提升视听环境质量,消减噪声污染,从而为初次或多次到访景区的游客以及不同受教育程度的游客提供更佳体验。多方面协调好旅游快速发展带来的噪声污染问题与游客出行体验之间的矛盾,也再次强调通过声环境、场景、感知主体共同作用构建舒适的风景区声环境的重要性。

## 6 结论与展望

本研究从游客感知视角出发,对西湖风景区“花港观鱼”公园SCD特征进行了实地调查,并探讨了声环境、感知场景和感知主体差异对游客感知SCD的影响。研究结果表明,游客感知SCD与环境声压级的转折点为59.2 dB;视觉属性(VTD、VND)、听觉属

性(SDD、SND、STD)以及视听协调度(SVHD)对SCD感知存在显著影响作用。此外,性别、气候背景、受教育程度和到访频率的差异均会影响游客的SCD感知。

研究结果为风景区环境质量的提升提供了科学建议和策略,同时拓展了视听互动感知在风景区的应用。这些发现基于视听交互作用,旨在丰富游客的景观空间体验。景观规划设计及景区旅游管理可参考相关结论,从而提升声景舒适度,协调旅游开发与声景体验的关系,推动旅游经济的发展。

本研究仍存在不足之处,未来的研究可着重解决以下问题:(1)在声环境特征方面,应深入研究具体声源及其属性对SCD的影响;(2)在场景特征方面,其他感官维度,如嗅觉,也不应被忽视;(3)在感知主体方面,本研究针对的游客群体无法广泛代表景区的其他人群,未来研究应调查更多人群对SCD的感知及其差异,以更多样化的方法展开研究。

注:文中图表均由作者自绘/摄。

## 参考文献

- [1] 秦佑国. 声景学的范畴[J]. 建筑学报, 2005(01): 45-46.
- [2] 张晓虹. 地方、政治与声音景观: 近代陕北民歌的传播及其演变[J]. 云南大学学报(社会科学版), 2019, 18(02): 37-46.
- [3] 王季卿. 开展声的生态学和声景研究[J]. 应用声学, 1999, 18(02): 10.
- [4] 康健. 声景: 现状及前景[J]. 新建筑, 2014(05): 4-7.
- [5] VERMA D, JANA A, RAMAMRITHAM K. Predicting Human Perception of the Urban Environment in a Spatiotemporal Urban Setting Using Locally Acquired Street View Images and Audio Clips[J]. Building and Environment, 2020, 186: 107340.
- [6] MA K W, MAK C M, WONG H M. Effects of Environmental Sound Quality on Soundscape

- Preference in a Public Urban Space[J]. *Applied Acoustics*, 2021, 171: 107570.
- [7] ZHAO W, LI H Y, ZHU X, et al. Effect of Birdsong Soundscape on Perceived Restorativeness in an Urban Park[J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020, 17(16): 5659.
- [8] LOBO SOARES A C, BENTO COELHO J L. Urban Park Soundscape in Distinct Sociocultural and Geographical Contexts[J]. *Noise Mapping*, 2016, 3(01): 16.
- [9] JEON J Y, HWANG I H, HONG J Y. Soundscape Evaluation in a Catholic Cathedral and Buddhist Temple Precincts Through Social Surveys and Soundwalks[J]. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 2014, 135(04): 1863-1874.
- [10] ZUO L, ZHANG J, ZHANG R J, et al. The Transition of Soundscapes in Tourist Destinations from the Perspective of Residents' Perceptions: A Case Study of the Lugu Lake Scenic Spot, Southwestern China[J]. *Sustainability*, 2020, 12(03): 1073.
- [11] WAITT G, DUFFY M. Listening and Tourism Studies[J]. *Annals of Tourism Research*, 2010, 37(02): 457-477.
- [12] 刘爱利, 刘福承, 刘敏, 等. 国内外旅游声景研究进展[J]. *旅游学刊*, 2016, 31(03): 114-126.
- [13] 罗曼. 杭州西湖声景名胜研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2021.
- [14] 季睿, 林守伟, 李胜, 等. 西湖风景区水乐洞声景变迁探析[J]. *中国园林*, 2022, 38(05): 139-144.
- [15] 岳森. 杭州西湖风景区人文类景点声景观形态及评价研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2012.
- [16] 扈军. 基于GIS的声景分析及声景图制作研究——以西湖柳浪闻莺景区为例[D]. 杭州: 浙江大学, 2015.
- [17] 王景轮. “南屏晚钟”声景名胜声景感知评价与优化策略研究[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2024.
- [18] 葛坚, 郭敏, 朱宇恒, 等. 声景观的人文属性研究——以西湖风景区声景观为案例[J]. *南方建筑*, 2012(01): 6-10.
- [19] ANDERSON L M, MULLIGAN B E, GOODMAN L S, et al. Effects of Sounds on Preferences for Outdoor Settings[J]. *Environment and Behavior*, 1983, 15(05): 539-566.
- [20] LIU J, KANG J, BEHM H, et al. Effects of Landscape on Soundscape Perception: Soundwalks in City Parks[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2014, 123: 30-40.
- [21] 张圆. 城市公共开放空间声景的恢复性效应研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2016.
- [22] 舒珊. 针对学龄儿童的恢复性声景研究[D]. 天津: 天津大学, 2020.
- [23] SCHULTE-FORTKAMP B. The Meaning of Annoyance in Relation to the Quality of Acoustic Environments[J]. *Noise & Health*, 2002, 4(15): 13-18.
- [24] GUSKI R. Psychological Methods for Evaluating Sound Quality and Assessing Acoustic Information[J]. *Acta Acustica United with Acustica*, 1997, 83(05): 765-774.
- [25] REN X X, KANG J. Effects of the Visual Landscape Factors of an Ecological Waterscape on Acoustic Comfort[J]. *Applied Acoustics*, 2015, 96: 171-179.
- [26] YANG W, KANG J. Acoustic Comfort Evaluation in Urban Open Public Spaces[J]. *Applied Acoustics*, 2005, 66(02): 211-229.
- [27] 包志毅. 借古开新, 洋为中用——杭州花港观鱼公园评析[J]. *世界建筑*, 2014(02): 32-35.
- [28] 宋凡圣. 花港观鱼纵横谈[J]. *中国园林*, 1993, 9(04): 28-31.
- [29] MENG Q, KANG J. Effect of Sound-related Activities on Human Behaviours and Acoustic Comfort in Urban Open Spaces[J]. *Science of the Total Environment*, 2016, 573: 481-493.
- [30] NILSSON M, BOTTELDOOREN D, DE COENSEL B. Acoustic Indicators of Soundscape Quality and Noise Annoyance in Outdoor Urban Areas[C]// *Proceedings of the 19th International Congress on Acoustics*, 2007.
- [31] AXELSSON Ö, NILSSON M E, BERGLUND B. A Principal Components Model of Soundscape Perception[J]. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 2010, 128(05): 2836-2846.
- [32] ALETTA F, KANG J, AXELSSON Ö. Soundscape Descriptors and a Conceptual Framework for Developing Predictive Soundscape Models[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2016, 149: 65-74.
- [33] BAHALİ S, TAMER-BAYAZIT N. Soundscape Research on the Gezi Park - Tunel Square Route[J]. *Applied Acoustics*, 2017, 116: 260-270.
- [34] SHAO Y H, HAO Y Y, YIN Y T, et al. Improving Soundscape Comfort in Urban Green Spaces Based on Aural-visual Interaction Attributes of Landscape Experience[J]. *Forests*, 2022, 13(08): 1262.