

DOI: 10.11830/ISSN.1000-5013.202111015



海上栈道的日夜视听景观 评价与对比分析

徐涵¹, 欧达毅^{1,2}, 杜春雨¹, 廉英奇¹

(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: 在日夜不同时段,对厦门市集美区海上栈道的视听景观质量进行评价与对比分析,深入讨论日夜差异对海上栈道总体环境、视听元素及感知评价的影响.结果表明:海上栈道在日夜客观声压级及温度、湿度差异不大的情况下,总体环境及视、听元素的声景满意度、视景优美度等指标的日夜主观评价结果呈显著差异;协调度是影响海上栈道视听景观质量的重要因素;栈道日夜感知评价存在显著差异,日间评价结果优于夜间.

关键词: 声景观; 视听景观; 日夜对比; 海上栈道; 声漫步

中图分类号: TU 112

文献标志码: A

文章编号: 1000-5013(2022)06-0736-07

Evaluation and Comparative Analysis of Day-Night Audio-Visual Landscape of Sea Plank Road

XU Han¹, OU Dayi^{1,2}, DU Chunyu¹, LIAN Yingqi¹

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

2. State Key Laboratory of Subtropical Building Science,

South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: At different times of day and night, the audio-visual landscape quality of the sea plank road in Jimei District, Xiamen City is evaluated and comparatively analyzed, the influences of day and night differences on the overall environment, audio-visual elements and perception evaluation of the sea plank road are discussed. The results show: for a little difference of objective sound pressure level, temperature and humidity between day and night on sea plank road, the subjective evaluation results of indicators such as soundscape satisfaction and visual beauty of the overall environment and audio-visual elements show significant differences. Coordination is an important factor affecting the quality of the audio-visual landscape of the sea plank road. There is a significant difference in perception evaluation of the plank road between day and night, and daytime evaluation results are better than nighttime results.

Keywords: soundscape; audio-visual landscape; day and night contrast; sea plank road; soundwalk

城市步道空间是城市公共休闲空间的重要组成部分,其环境质量对使用者的生理、心理健康有着重要的影响.城市步道空间的视景一直是人们关注与研究的重点,而步道声景的质量评价与营造设计往往

收稿日期: 2021-11-10

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);福建省大学生创新创业训练项目(S202010385027);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)

容易被忽视。近年来,随着人民生活质量日益提高与环境治理政策的完善,学者对城市步道休闲空间声景观的研究逐渐深入。Fan 等^[1]对公园步道声景特性进行评价,并结合地理信息系统(GIS)尝试建立相对完整的主客观评价体系;陈杰等^[2]对厦门市健康步道的声环境现状进行评价,并提出改造建议;张旭等^[3]通过对福州市步道的声景观评价与分析,揭示影响步道的声景感知评价的因素为个体差异、心理预期与声舒适度。Bjerre 等^[4]以 3 个城市休闲空间为研究对象进行现场与实验室的声景评价对比,提出非声学环境对城市声景质量评价的重要影响;Tarlao 等^[5]在蒙特利尔的 5 个地点收集问卷,分析声景与人的交互关系;廉英奇等^[6]探讨城市不同景观空间类型的声景元素喜好度差异及其相关因素。

海上栈道作为城市滨水步道的一种类型,是联结自然环境与城市空间的重要纽带。国内对滨水步道空间的研究逐渐重视,车明静^[7]对烟台市 3 个滨海步道的景观构成与现状问题进行分析,从植被、铺装及构筑物等方面提出改造建议;陈佳欣等^[8]基于生命周期理论探索滨水步道景观的发展、水生态变化等规律,并提出尊重环境、时序营造等景观设计策略。目前关于海上栈道视听景观质量评价的研究还尚未见报道。基于此,本文对福建省厦门市集美区海上栈道的日夜视听景观进行评价与对比。

1 研究对象及方法

1.1 研究对象

海上栈道是完全架空于海面上,集公共出行、休闲观景等功能于一体的道路,且只允许人步行与自行车骑行,较滨海步道(紧邻海水的岸边步道)在建构形式、临海关系上有一定差异。与其他类型步道相比,海上栈道在视听景观方面有以下 2 个独特的优势:1) 人们对海水声的接受度与喜好度很高,有 98% 的被试者对海浪声感到愉悦,80% 以上被试者对“在海边玩”的声音感到愉悦^[9];2) 海上栈道景观条件优良、空间开阔,更亲近自然。以厦门市集美区海上栈道为研究对象,探讨海上栈道空间的视听景观质量现状及特点。海上栈道调研路线及日夜实景照片,如图 1 所示。该栈道全长 2.6 km,共有 6 个观景平台节点。栈道使用人群基本为周边居民,主要活动内容为散步、骑行、观景。

在视景层面上,该海上栈道能够给使用者连续而层次丰富的视觉体验,日夜视景各具特色,能够让居民在闲暇时间感受沿海城市的特色魅力;在声景层面上,该海上栈道位处环湾公园,远离城市嘈杂的道路空间,环境安静而和谐,是居民缓解压力、放松身心的慢行空间。



图 1 海上栈道调研路线及日夜实景照片

Fig. 1 Research route of sea plank road and real photos of day and night

1.2 研究方法

室外景观在日夜不同时间段最主要的差别是因光照条件不同呈现出的视景不同,其次,因时间、环境不同,声景也会存在一定差异。选择 2021 年 4 月某周末 7:00—9:00 和 19:00—21:00 两个时段,对集美区海上栈道进行调研,调研期间天气晴朗。选取的这两个时段是该栈道被使用的主要时段,且分别处于白天和夜晚两种典型的光照条件下,其他因素(如温度、湿度和人们活动等)在这两个时段的差异较小,适合用于探讨人们对海上栈道景观的日夜感知差异。下文提到的日、夜条件均仅代表这两个时段。

选择声漫步法和语义差异(SD)法对海上栈道进行实地调研。声漫步法是利用声学测量仪器对沿途声音进行实时记录,并通过主观问卷对沿途声景进行实时评价^[10]。声漫步法在近几年的城市景观研究中被广泛使用,其优势在于它能让被试者在较短时间内识别、区分声景元素特征,获得相对准确的评价结果^[11]。语义差异法是奥斯顾德研究心理物理学领域的一种衡量人感知的量化评价方法,它通过一系

列的形容词客观地反映被试者的主观感受,该方法同样适用于城市景观评价^[12].

根据海上栈道的长度,结合原有的观景平台,将其分为 4 段开展调研,测量每一段环境客观声压级,采集声漫步问卷调查数据.选择 16 名 20 岁左右的学生作为声漫步小组成员.调研前,对他们进行培训,讲解调研问卷,说明注意事项.调研过程中,声漫步小组安静地沿栈道匀速步行,并在每一段路程中使用声望 BSWA806 型便携式声级计记录等效连续 A 声级,记录时间间隔为 1 s.

调研小组每走完一段路到达栈道观景平台节点时,对该路段进行评价.主观评价内容分为 3 个部分:1) 对海上栈道声景(声景元素、声景总体环境)的主观评价;2) 对海上栈道视景(视景元素、视景总体环境)的主观评价;3) 基于语义差异法的海上栈道视听景观主观印象评价,声漫步小组根据 14 对相反的形容词(封闭开放、单调丰富、断续连贯等)对该段栈道区域进行评价^[13].主观评价均采用 5 级量表,1 表示“很不”,5 表示“很”.海上栈道视听景观的主观评价,如表 1 所示.

表 1 海上栈道视听景观的主观评价

Tab. 1 Subjective evaluation of audio-visual landscape of sea plank road

类别	主观评价内容	元素	评价指标
声景评价	声景元素	鸟鸣声、虫鸣声、海水声、风声、谈话声、儿童嬉闹声、脚步声、道路交通声、飞机声、船只声、自行车骑行声、手机音乐声	听见频率、响度、满意度
		海上栈道声环境综合感受	声景满意度、声景丰富度、声景协调度
	声景总体环境		
视景评价	视景元素	天空、海水、海面倒影、飞鸟、植被、活动人群、近景建筑、远景建筑	印象程度、优美度
	视景总体环境	海上栈道视觉环境综合感受	视景优美度、视景自然度、视景协调度、视景开放度、色彩丰富度、植被多样性

2 总体评价结果

2.1 客观测量结果

调研期间,海上栈道日夜温度都保持在 24.3~26.2℃,基本处于春、夏季节室外人体舒适温度区间,湿度为 48.6%~61.3%,总体差异不大^[14].日间和夜间海上栈道等效声压级测量结果,如图 2,3 所示.图 2,3 中: L_{Aeq} 为等效连续 A 声级; t 为时间.

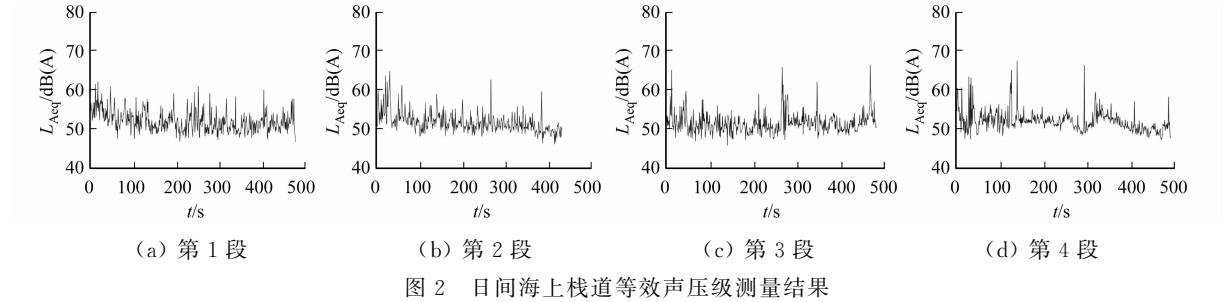


Fig. 2 Measurement results of equivalent sound pressure level of sea plank road during daytime

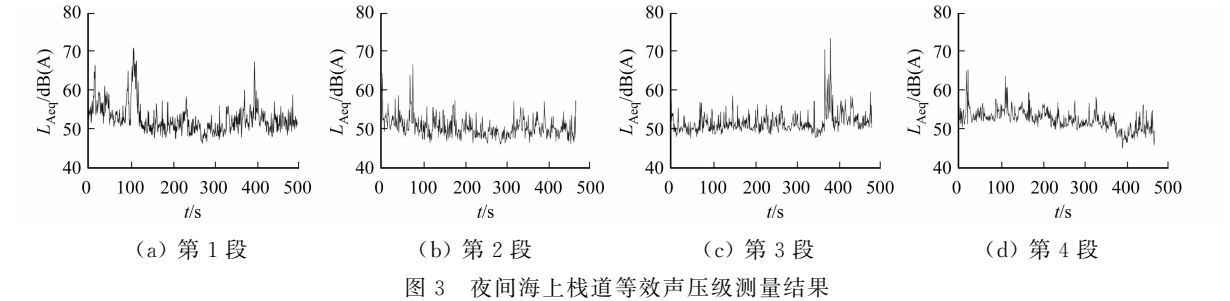


Fig. 3 Measurement results of equivalent sound pressure level of sea plank road during nighttime

日间,海上栈道 4 段路线的等效连续 A 声级分别为 45.9,50.7,52.7,47.7 dB(A).夜间,栈道 4 段路线的等效连续 A 声级分别为 46.9,56.7,48.3,51.6 dB(A).该海上栈道是厦门环湾公园绿地内的主

要通行路径(只限步行与自行车通行),其距离城市主次干道及内河航道 50 m 以上,在《声功能区划分技术规范》^[15]中,此类环境更偏向于 1 类声功能区的定义范畴.调研期间,该栈道各处声级基本都符合 GB 3096—2008《声环境质量标准》规定的 1 类声功能区声级限值要求(55 dB(A))^[16].

从客观测量结果可以看出:1) 该海上栈道日间与夜间的声压级差异较小;2) 日、夜等效连续 A 声级时域谱波动幅度总体呈稳态趋势,部分时段波动峰值变化较大;3) 通过实地测量记录与录音回放对比分析得出,自行车骑行声与谈话声是造成日间与夜间声压级时域谱峰值剧增的主要原因.

2.2 主观评价结果

对海上栈道进行视听景观的总体评价,结果如图 4 所示.图 4 中: η 为主观评价得分占比.由图 4 可知:海上栈道的总体环境满意度、声景满意度、视景优美度的主观评价得分占比分别为 85.9%,64.9%,78.2%(此处的满意度为对栈道视听景观质量感到“较满意”与“很满意”的人群比例),可见总体环境满意度优于视景优美度,视景优美度又优于声景满意度.总体环境满意度评价内容包含海上栈道的声景、视景及空气质量、温湿度、风速等物理环境因素,栈道优良的空气质量、适宜的温湿度与风速可能是导致总体环境满意度评价优于声景、视景满意度评价的原因.这也从一定程度上表明:视听景观还需进一步优化和改进,尤其是声景质量更应重视.

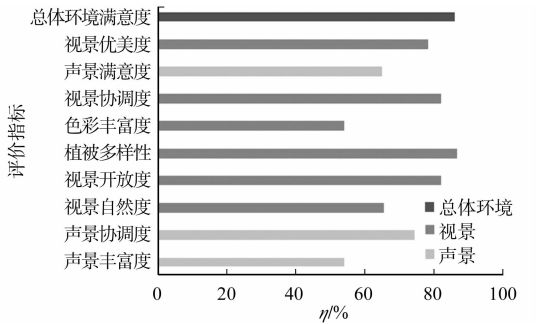


图 4 海上栈道视听景观的总体评价

Fig. 4 Overall evaluation of audio-visual landscape of sea plank road

在所有评价指标中,声景丰富度(53.9%)与色彩丰富度(53.9%)的评价较低,表明海上栈道视听景观的元素丰富度较为一般;而主观评价得分占比排名前 3 的视听指标分别是植被多样性(86.7%)、视景开放度(82.0%)、视景协调度(82.0%),体现了海上栈道视景开阔、协调的特点.

2.3 视听景观质量的影响因素分析

主观评价数据均为定序变量,应用 SPSS 统计分析软件,对视听景观的主观评价结果进行 Spearman 秩相关性分析^[17],结果如表 2 所示.表 2 中: r 为相关性系数;*表示在 0.05 水平(双侧)上差异有统计学意义;**表示在 0.01 水平(双侧)上差异有显著的统计学意义.由表 2 可知以下 3 点结论.

1) 总体环境满意度与声景满意度、视景优美度及其分项指标(除主观响度与植被多样性外)均有显著正相关性,这表明海上栈道总体环境质量与视景、声景质量均相关.与总体环境满意度的相关性系数排名前 3 的评价指标依次为视景协调度($r=0.494$)、视景开放度($r=0.445$)、视景优美度($r=0.419$),表明当前总体环境满意度与视景质量(尤其是视景协调度、开放度、优美度)的相关性更强.

2) 声景满意度与视听景观评价指标(除主观响度外)均呈显著正相关性,与声景满意度相关性系数排名前 3 的评价指标依次为视景协调度($r=0.390$)、声景协调度($r=0.376$)、色彩丰富度($r=0.268$).

3) 视景优美度与视听景观评价指标(除主观响度外)均呈显著正相关性,与视景优美度相关性系数排名前 3 的评价指标依次为视景自然度($r=0.641$)、视景协调度($r=0.411$)、声景协调度($r=0.380$).

表 2 海上栈道视听景观评价结果相关性分析

Tab. 2 Correlation analysis of audio-visual landscape evaluation results of sea plank road

评价指标	r								
	声景 满意度	视景 优美度	主观 响度	声景 协调度	视景 自然度	视景 开放度	植被 多样性	色彩 丰富度	视景 协调度
总体环境满意度	0.322**	0.419**	-0.030	0.300**	0.380**	0.445**	0.152	0.282**	0.494**
声景满意度	—	—	0.166	0.376**	0.258**	0.213**	0.225**	0.268**	0.390**
视景优美度	0.348**	—	0.148	0.380**	0.641**	0.365**	0.370**	0.373**	0.411**

3 日夜视听感知评价对比分析

3.1 视景元素评价对比

通过 Wilcoxon 检验,对比海上栈道日间与夜间视景环境质量.海上栈道视景元素日夜评价得分均

值及其差异性分析,如表 3 所示.由表 3 可知以下 2 点结论.

1) 视景元素印象程度(除远景建筑外)的日间评价结果均优于夜间,天空、海水、飞鸟、植被、远景建筑的印象程度日夜评价结果的差异具有显著的统计学意义.印象程度日间评价得分均值排名前 3 的视景元素为天空(4.09)、海水(4.08)、飞鸟(4.06),夜间评价得分均值排名前 3 的视景元素为远景建筑(4.39)、海面倒影(3.89)、海水(3.61).

2) 视景元素优美度(除远景建筑外)的日间评价结果均优于夜间,天空、海水、飞鸟、植被、活动人群、近景建筑、远景建筑的优美度日夜评价结果的差异具有显著的统计学意义.优美度日间评价得分均值排名前 3 的视景元素为海水(4.13)、飞鸟(4.13)及天空(4.09),而夜间评价得分均值排名前 3 的视景元素为远景建筑(4.41)、海面倒影(3.97)、海水(3.64).

值得一提的是,远景建筑的印象程度与优美度的夜间评价结果均最高,且优于日间评价结果.

3.2 声景元素评价对比

进一步通过 Wilcoxon 检验,分析海上栈道的日夜声景元素的差异.声景元素日夜评价得分均值及其差异性分析,如表 4 所示.由表 4 可知以下 3 点结论.

1) 听见频率日夜评价得分均值的差异具有显著的统计学意义的声景元素为鸟鸣声、谈话声、儿童嬉闹声、道路交通声及飞机声,其中,鸟鸣声听见频率日间评价得分均值(3.92)远高于夜间(2.31),谈话声、儿童嬉闹声、道路交通声及飞机声的日间评价得分均值均低于夜间.

2) 响度日夜评价得分均值的差异具有显著的统计学意义的声景元素为鸟鸣声、儿童嬉闹声、脚步声、飞机声,其中,鸟鸣声响度日间评价得分均值(3.20)高于夜间(2.19),而儿童嬉闹声、脚步声、飞机声的响度日间评价得分均值低于夜间.

3) 满意度评价方面,仅鸟鸣声的日夜评价得分均值的差异具有显著的统计学意义(日间评价结果(4.05)显著高于夜间(3.31)),其他声景元素日夜满意度评价差异均无统计学意义,总体差别不大.

表 4 声景元素日夜评价得分均值及其差异性分析
Tab. 4 Day and night evaluation mean scores of soundscape elements and their difference analysis

声景元素	听见频率		P	响度		P	满意度		P
	日间	夜间		日间	夜间		日间	夜间	
鸟鸣声	3.92	2.31	0.000**	3.20	2.19	0.000**	4.05	3.31	0.000**
虫鸣声	1.98	2.38	0.067	1.78	2.00	0.228	2.91	3.05	0.472
海水声	2.39	2.20	0.299	2.03	1.92	0.488	3.03	2.97	0.758
风声	2.78	3.09	0.065	2.73	3.00	0.058	3.45	3.42	0.717
谈话声	2.92	3.45	0.005**	2.84	3.02	0.166	2.80	2.86	0.717
儿童嬉闹声	2.09	2.86	0.000**	1.92	2.66	0.000**	3.02	2.80	0.229
脚步声	3.03	3.28	0.111	2.70	2.97	0.018*	2.91	2.88	0.765
道路交通声	2.22	2.63	0.008**	2.13	2.34	0.132	2.94	2.78	0.331
飞机声	1.45	2.02	0.002**	1.28	1.81	0.001**	2.92	2.94	0.902
船只声	1.44	1.73	0.089	1.53	1.59	0.688	2.83	3.39	0.610
自行车骑行声	2.39	2.42	0.910	2.42	2.58	0.229	2.97	2.95	0.854
手机音乐声	2.28	2.44	0.377	2.17	2.48	0.053	2.97	2.72	0.144

3.3 视听景观感知评价对比

海上栈道日夜视听感知的评价得分均值及其差异性分析,如表 5 所示.由表 5 可知以下 3 点结论.

1) 日间视听感知评价得分均值大于 4 的形容词对为封闭开放(4.36)、断续连贯(4.11)、阴沉明亮(4.27)、动荡稳定(4.05)、危险安全(4.05)、难受舒适(4.17)、烦躁愉悦(4.17)、沉重轻松(4.13),表明海

上栈道的日间视听感受是开放、连贯、明亮、稳定、安全、舒适、愉悦及轻松的。

2) 夜间视听感知评价得分均值大于 4 的形容词对为难受舒适(4.17)、烦躁愉悦(4.22)、无趣有趣(4.00)、沉重轻松(4.06),表明海上栈道的夜间视听感受是舒适、愉悦、有趣、轻松的。

3) 日间感知评价结果总体优于夜间,其中,封闭开放、断续连贯、喧闹安静、阴沉明亮的日夜评价结果的差异具有显著的统计学意义。日间评价结果更为开放、连贯、安静、明亮。

表 5 日夜视听感知的评价得分均值及其差异性分析

Tab. 5 Day and night evaluation mean scores of audio-visual perception and their difference analysis							
形容词对	日间	夜间	P	形容词对	日间	夜间	P
封闭开放	4.36	3.73	0.001**	焦虑平静	3.98	3.98	0.946
单调丰富	3.92	3.64	0.083	危险安全	4.08	3.98	0.411
断续连贯	4.11	3.73	0.006**	难受舒适	4.17	4.17	0.917
激烈温和	3.95	3.89	0.562	烦躁愉悦	4.17	4.22	0.643
喧闹安静	3.91	3.49	0.021*	人工自然	3.80	3.67	0.474
阴沉明亮	4.27	3.41	0.000**	无趣有趣	3.91	4.00	0.518
动荡稳定	4.05	3.92	0.334	沉重轻松	4.13	4.06	0.654

3.4 日夜视听景观质量的影响因素分析

对海上栈道视听景观评价指标的日夜评价结果进行 Spearman 秩相关分析,结果如表 6 所示。由表 6 可知以下 3 点结论。

1) 总体环境满意度日夜评价结果与声景满意度、视景自然度、视景开放度、视景协调度呈显著正相关;总体环境满意度夜间评价结果还与视景优美度、声景协调度、视景色彩丰富度呈显著正相关。

2) 声景满意度日夜评价结果与总体环境满意度、声景协调度、视景协调度呈显著正相关性;声景满意度夜间评价结果还与视景优美度、视景自然度、视景色彩丰富度呈显著正相关。

3) 视景优美度日夜评价结果与声景协调度、视景自然度、视景色彩丰富度、视景协调度呈显著正相关性;视景优美度夜间评价结果还与总体环境满意度、声景满意度、主观响度、视景开放度、植被多样性呈显著正相关。

表 6 视听景观评价指标日夜评价结果的相关性分析

Tab. 6 Correlation analysis of day and night evaluation results of audio-visual landscape evaluation indexes										
评价指标	时段	r								
		总体环境 满意度	声景 满意度	主观 响度	声景 协调度	视景 自然度	视景 开放度	植被 多样性	视景色彩 丰富度	视景 协调度
总体环境 满意度	日间	—	0.259*	0.022	0.246	0.321**	0.338**	0.178	0.210	0.363**
	夜间	—	0.314*	−0.028	0.372**	0.340**	0.433**	0.066	0.379**	0.541**
声景 满意度	日间	0.259*	—	0.171	0.414**	0.141	0.071	0.236	0.205	0.324**
	夜间	0.314*	—	0.204	0.354**	0.311*	0.236	0.202	0.348**	0.409**
视景 优美度	日间	0.173	0.217	0.274*	0.346**	0.565**	0.459**	0.427**	0.481**	0.331**
	夜间	0.538**	0.429**	0.084	0.430**	0.684**	0.181	0.268*	0.307*	0.433**

与海上栈道总体环境满意度、声景满意度、视景优美度显著相关的指标中,夜间指标多于日间,表明在夜间,海上栈道的视、听及综合感知评价所受的影响因素更多。其中,日、夜视景协调度(表 6)及总体视景协调度(表 2)均与总体环境满意度呈显著正相关;夜间声景协调度(表 6)和总体声景协调度(表 2)均与总体环境满意度呈显著正相关。仅日间声景协调度评价结果与总体环境满意度的相关程度尚未达到显著水平,这可能是由于日间视景及综合感受比夜间更好,在一定程度上减弱了使用者对声景协调度的关注。总体而言,视听景观的协调度对海上栈道的视听环境质量有较为重要的影响。

4 结论

运用声漫步法和语义差异法对厦门市集美区海上栈道的日夜视听景观进行实地调研和评价结果对比分析,包括实地物理参数测量和主观感知评价。海上栈道总体环境调研结果表明:从客观环境声压级测量结果来看,该海上栈道基本符合 GB 3096—2008《声环境质量标准》1 类功能区要求,但对比总体环

境满意度、视景优美度与声景满意度,声景满意度的得分仍最低;视景协调度、声景协调度对海上栈道视听景观质量有较为重要的正向影响.对比日夜评价结果,得到以下 3 点结论.

1) 海上栈道的日夜等效连续 A 声级差异较小,夜间声压级总体略高于日间.日夜等效连续 A 声级的时域谱特性呈总体稳态、偶尔波动的幅度趋势,造成波峰的主要因素是自行车骑行声与谈话声.

2) 在视听元素日夜评价对比中,海上栈道的部分视景元素(如天空、海水、飞鸟、远景建筑等)优美度和声景元素(鸟鸣声)满意度的差异有显著的统计学意义,这与日夜光环境改变带来的影响相关,进一步验证了海上栈道日夜环境差异对视听元素评价的影响.

3) 日夜不同时间对使用者的视听感知影响存在差异,该海上栈道日间视听感知评价结果优于夜间,能给人更开放、连贯、明亮、稳定、安全、舒适、愉悦及轻松的感知体验.另外,与日间条件相比,夜间海上栈道的视、听及综合感知所受的影响因素更多.

参考文献:

[1] FAN Qindong, HE Yujie, HU Li. Soundscape evaluation and construction strategy of park road[J]. Applied Acoustics, 2021, 174: 107685. DOI: 10. 1016/j. apacoust. 2020. 107685.

[2] 陈杰, 王波, 李立新, 等. 城市健康步道声景优化研究: 以厦门山海健康步道狐尾山段为例[J]. 城市建筑, 2021, 18(10): 32-37. DOI: 10. 19892/j. cnki. csjz. 2021. 10. 07.

[3] 张旭, 陈璟璇, 林钦熙, 等. 基于扎根理论的城市休闲步道声景评价研究: 以福州福道为例[J]. 建筑与文化, 2019(11): 88-90. DOI: 10. 3969/j. issn. 1672-4909. 2019. 11. 029.

[4] BJERRE L C, LARSEN T M, SØRENSEN A J, *et al.* On-site and laboratory evaluations of soundscape quality in recreational urban spaces[J]. Noise and Health, 2017, 19(89): 183-192. DOI: 10. 4103/nah. NAH_109_16.

[5] TARLAO C, STEELE D, GUASTAVINO C. Investigating factors influencing soundscape evaluations across multiple urban spaces in Montreal[C]//Conference Proceedings of INTER-NOISE and NOISE-CON Congress. Madrid: Institute of Noise Control Engineering, 2019: 6888-6899.

[6] 廉英奇, 欧达毅, 潘森森, 等. 不同景观空间类型的声景评价研究[J]. 建筑科学, 2020, 36(8): 57-63. DOI: 10. 13614/j. cnki. 11-1962/tu. 2020. 08. 09.

[7] 车明静. 烟台滨海步道景观设计的研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2013.

[8] 陈佳欣, 马煜箫, 朱玉蓉. 生命周期视角下的城市滨水生态景观设计研究: 以武汉东湖凌波门栈道为例[C]//中国风景园林学会 2020 年会论文集(下册). 成都: 中国建筑工业出版社, 2020: 88-94. DOI: 10. 26914/c. cnkihy. 2020. 056819.

[9] KABILAN T, MOHAN A, JAYACHANDRAN K, *et al.* Soundscape study of urban public spaces along the sea shore[C]//Conference Proceedings of INTER-NOISE and NOISE-CON Congress. Melbourne: Institute of Noise Control Engineering, 2014: 5108-5117.

[10] 庞弘, 何谋. 声景的研究与进展[J]. 风景园林, 2016(5): 88-97. DOI: 10. 14085/j. fjyl. 2016. 05. 0088. 10.

[11] JEON J Y, HONG J Y, LEE P J. Soundwalk approach to identify urban soundscapes individually[J]. The Journal of the Acoustical Society of America, 2013, 134(1): 803. DOI: 10. 1121/1. 4807801.

[12] 庄惟敏. SD 法与建筑空间环境评价[J]. 清华大学学报(自然科学版), 1996, 36(4): 42-47. DOI: 10. 16511/j. cnki. qhdxxb. 1996. 04. 009.

[13] DAVIES W J, BRUCE N S, MURPHY J E. Soundscape reproduction and synthesis[J]. Acta Acustica United with Acustica, 2014, 100(2): 285-292. DOI: 10. 3813/AAA. 918708.

[14] 胡兴, 李保峰, 陈宏. 室外热舒适度研究综述与评估框架[J]. 建筑科学, 2020, 36(4): 53-61. DOI: 10. 13614/j. cnki. 11-1962/tu. 2020. 04. 09.

[15] 中国环境科学研究院. 声环境功能区划分技术规范: GB/T 15190—2014[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2014.

[16] 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.

[17] OU Dayi, MAK C M, PAN Sensen. A method for assessing soundscape in urban parks based on the service quality measurement models[J]. Applied Acoustics, 2017, 127: 184-193. DOI: 10. 1016/j. apacoust. 2017. 06. 006.

(责任编辑: 黄晓楠 英文审校: 方德平)