

DOI: 10.11830/ISSN.1000-5013.202104054



声压级大小对鸟叫声和流水声 恢复性效应的影响

艾祥睿^{1,2}, 欧达毅^{1,2}

(1. 华侨大学 建筑学院, 福建 厦门 361021;

2. 厦门市生态建筑营造重点实验室, 福建 厦门 361021)

摘要: 研究 45,50,55,60 dB(A)等 4 种声压级下的鸟叫声、流水声和安静状态(背景噪声为 38 dB(A))的恢复性效应。结果表明:声压级大小对鸟叫声和流水声的注意力和心理恢复效果均存在重要影响,45 dB(A)的鸟叫声和流水声对心理状态的恢复效果最好,50 dB(A)的鸟叫声和流水声对注意力表现的恢复效果最好;鸟叫声、流水声状态(45,50 dB(A))与安静状态对比,鸟叫声和流水声的注意力恢复效果和心理恢复效果显著优于安静状态。此外,在各种声压级下,鸟叫声和流水声的注意力恢复效果和心理恢复效果均无显著差异,在 45,50 dB(A)下,鸟叫声的注意力恢复效果和心理恢复效果均略高于流水声。

关键词: 声景观;恢复性效应;声压级;心理恢复;鸟叫声;流水声

中图分类号: TU 112.24

文献标志码: A

文章编号: 1000-5013(2022)05-0612-07

Influence of Sound Pressure Level on Recovery Effect of Bird Sound and Water Sound

AI Xiangrui^{1,2}, OU Dayi^{1,2}

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

2. Xiamen Key Laboratory of Ecological Building Construction, Xiamen 361021, China)

Abstract: The recovery effects of bird sound, water sound and quiet state (38 dB(A)background noise) were studied under four sound pressure levels (45,50,55 and 60 dB(A)). The results show that the sound pressure level has an important effect on the attention and psychological recovery of both bird sound and water sound. The bird sound and water sound at 45 dB(A) has the best recovery effect on the psychological state, and the bird sound and water sound at 50 dB(A) has the best recovery effect on the attention performance. Compared with the quiet state, the attention recovery and psychological recovery effects of bird sound and water sound are significantly better than that in the quiet state. In addition, there are no significant differences in the attention recovery and psychological recovery effects between bird sound and water sound at various sound pressure levels. At 45,50 dB(A), the attention recovery and psychological recovery effects of bird sound are slightly higher than that of water sound.

Keywords: acoustic landscape; recovery effect; sound pressure level; psychological recovery; bird sound; water sound

收稿日期: 2021-04-26

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)声环境和声景观等的研究. E-mail:ou-dayi_hqu@126.com.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51578252);福建省自然科学基金资助项目(2018J01070);福建省社会科学规划项目(FJ2017C018);福建省高校新世纪优秀人才支持计划项目(2017)

在环境心理学中,恢复被定义为恢复身体、心理和社会能力的过程,而这些能力在满足日常的适应需求时已经枯竭了^[1]。以往的研究表明,人们暴露于自然公园等恢复性环境中,对心理体验^[2]和认知表现产生积极影响^[3]。目前,学者对恢复性环境的研究更多地考虑视觉因素的影响,而自然环境中的视觉因素恢复性要优于城市环境中的视觉因素^[4]。考虑到人的感知是基于多种感官,学者们开始尝试将恢复性环境的研究扩展到听觉因素^[5-6],并发现鸟叫声、流水声等自然声具有良好的声景恢复性效应^[7],其声景恢复性显著优于人为噪声环境^[8]。

声景恢复性效应有良好的研究意义和应用价值,比如开放式办公室是当前重要且流行的办公风格,在开放式办公室里经常发现诸如拥挤和噪声等环境问题,使员工更容易身心疲惫和工作效率下降^[9-11]。因此,在开放式办公室中引入恢复性环境将有利于员工的疲劳缓解和效率提升^[12]。基于此,本文主要研究声压级大小对鸟叫声和流水声的恢复性效应。

1 实验设计

1.1 实验场所及声源材料

实验在华侨大学建筑学院实验大楼内进行,平面图如图 1 所示。实验室面积为 42.24 m² (6.6 m × 6.4 m),净高为 3.0 m。水磨石抹面,轻质塑料板材吊顶,单面墙开窗,另外三面墙为石灰抹面,并布置适量的吸声板。使用一台工作站(E)作为控制台,两个工作台(R1 和 R2)作为测试位置,两个工作台之间用 1.5 m 高的隔断隔开。使用位于 S 位置(R1 和 R2 中心线)的十二面体球声源(PYRITE SN 0506)播放实验声,通过工作站控制球声源播放声音的声压级(L_{SP})大小。整个实验中,保证两个工作台位置上的声级基本一致(最大标准差 0.35 dB(A))。

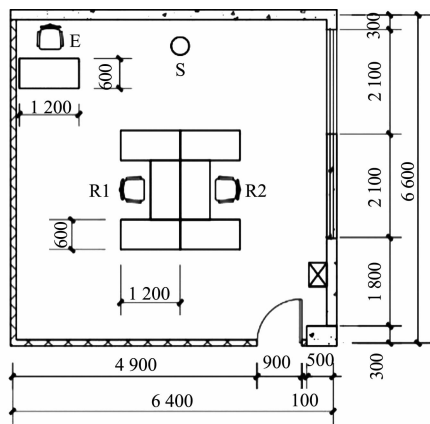


图 1 实验室平面图(单位:mm)
Fig. 1 Laboratory plan (unit: mm)

为消除非声学参数对实验结果的影响,实验室的热环境、光环境和空气质量均控制在舒适的范围内。从自然声中选取两种恢复效果较好且具有代表性的声音作为恢复性声源,它们分别是鸟叫声和流水声。鸟叫声为麻雀叫声,有研究表明麻雀叫声具有良好的恢复效果^[13];而流水声则选取生活中比较常见的溪流声。

在声音素材网(<http://aspx.sc.chinaz.com>)中,选取一段时长为 252 s 的鸟叫声和一段 308 s 的流水声作为原始音频,将两段音频导入 Adobe Audition 3.0,剪裁为时长 180 s 的实验声。实验中使用电声设备播放实验声来模拟自然声的情况,这些声音跟印象中自然界听到的鸟叫声和流水声区别不大,被试者在听到声音后就能辨别出听到的是鸟叫声和流水声。

1.2 任务设计

实验任务包括:压力引导任务、注意力测试任务和声景的心理恢复性感受量表填写。

1) 压力引导任务。采用采取口算任务,被试者被要求在 5 min 内尽可能多地完成 100 道算数题,以诱导压力状态。研究表明,被试者在进行类似特里尔社会应激测试(TSST)的数字计算后,其注意力水平有所下降,心理焦虑程度增加。有学者证明这种数字计算是可以有效地诱发被试者的各项应激反应^[14],持续集中注意力可以使人产生脑力疲劳^[15-16]。

2) 注意力测试任务^[8]。采用数字组合划销法,要求被试者在若干个数字串中,用下划线划出和为 10 的相邻两数的数字组合。在规定时间内,被试准确标识的数字组合的正确个数占总数的比值,作为其注意力水平的指标。实验要求被试在压力引导后做一次测评,在播放鸟叫声(或流水声)后再做一次内容相同的测评,通过对比两次测评的结果,求得“差值”,用“差值”来对“恢复性”的程度进行衡量。对于注意力表现,“差值”为正表示注意力表现提升,差值的绝对值越大,恢复效果越好。

3) 心理恢复值。用声景感知恢复量表(perceived restorativeness soundscape scale, PRSS)的得分来计算,评价均值“3(一般)”表示具有恢复效果,评价均值越大,恢复效果越好。本研究以 Pasini 提出的

声景感知恢复量表作为测试问卷,如表 1 所示. 该量表是在传统恢复性环境量表基础上修改得来,其用于声景感知恢复程度的有效性已经得到检验^[17-18]. 量表以感知恢复的 4 个特征作为度量维度,每个维度下设置 3~5 个问题,共有 13 个问题,并采用李克特五级评价,从“很不同意”(1 分)到“很同意”(5 分),共分为 5 个等级.

表 1 声景的感知恢复性量表 (PRSS 量表)
Tab. 1 Perceived recovery soundscape scale (PRSS scale)

序号	问 题
1	我觉得这种声环境很有吸引力
2	我在这个地方我的注意力被许多有趣的声音所吸引
3	我陶醉在这个声环境中
4	当我听到这些声音可以做一些不同于平常的事
5	这不同于我经常听到的声环境
6	这个声环境可以避免我受到不必要的干扰
7	当我听到这些声音时我觉得可以从工作、日常和责任中解脱放松出来
8	这个声环境很符合我的偏好
9	我很快就习惯了这类声环境
10	听到这些声音妨碍了我想在此地所做的事情 (计算心理恢复值时,反向计分)
11	我听到的所有声音都属于这里
12	我听到的声音似乎与这个地方贴合的很自然
13	这的声环境表明这个地方的规模是没有限制的

1.3 实验流程

以自愿报名的形式在华侨大学厦门校区招募 20 名在校研究生 (10 名男性, 10 名女性) 进行实验, 被试人员的年龄在 23~27 岁之间 (平均值为 24.8 岁, 标准差为 1.36). 为保证被试人员选取的有效性和公正性, 防止其他因素影响实验测试, 选取的参与者听力都正常. 在实验前, 询问被试的工作生活状态和压力状态, 如果有熬夜、过劳或对声音反感等异常状态, 则不允许参加实验.

图 2 为实验过程. 实验共设计 9 种不同的声学条件, 分别为 45, 50, 55 和 60 dB(A) 的鸟叫声, 45, 50, 55 和 60 dB(A) 的流水声, 以及安静条件 (不播放任何声音, 背景噪声约为 38 dB(A)). 以上实验流程重复 9 次, 每次随机播放一种声音条件.

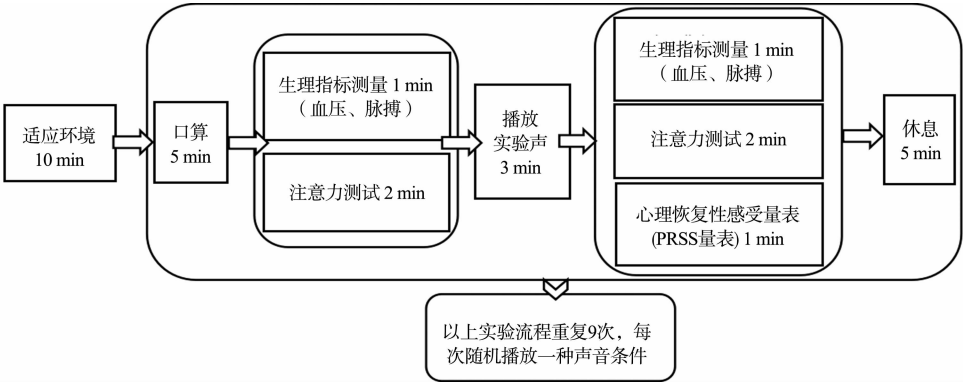


图 2 实验流程图

Fig. 2 Experimental flow chart

被试者进入实验室, 先有 10 min 时间熟悉环境, 然后开展 9 组实验, 分别对应上述 9 种声音条件 (每组实验使用 1 种声音条件, 顺序随机), 每组实验都包含以下 5 个步骤.

- 1) 进行 5 min 的口算任务. 即压力引导, 营造心理压力状态和注意力疲劳状态.
- 2) 生理指标测量. 使用腕式血压计测量被试的生理指标, 并让被试者完成 2 min 的注意力表现测试题, 用于反映被试者压力引导后的状态.
- 3) 恢复阶段. 被试者在测量初始生理指标和任务表现成绩之后, 戴上眼罩, 倾听 1 种声音条件 (时长 3 min).

4) 恢复状态测量. 使用腕式血压计测量被试的生理指标,并在 2 min 内完成注意力表现测试题,用于反映被试者在倾听实验声后的注意力状态;在完成测试题后对该声音进行 PRSS 量表打分,以反映受试者当时的心理状态.

5) 休息阶段. 5 min 休息,在此期间,播放轻柔的瑜伽音乐,辅助参与者的生理、心理、注意力表现状态恢复到正常水平.

2 实验结果与分析

实验中对脉搏、血压等生理指标进行了测试,但这些指标在各种声音条件下声景恢复前后的结果变化很小且无明显规律,不再详细阐述.下文将重点分析各种声级条件下的注意力恢复效果和心理恢复效果.为了更好地表达实验数据的意义,对注意力表现和心理状态这两个指标的实验结果进行描述.

1) 注意力恢复值(ΔA_t)= $A_{t_2}-A_{t_1}$. 其中, A_{t_1}, A_{t_2} 分别为实验声播放前、后的数字组合划错题得分的百分率. $\Delta A_t > 0$ 表示恢复性效应为正, $\Delta A_t = 0$ 表示恢复性效应为零, $\Delta A_t < 0$ 表示恢复性效应为负.

2) 心理恢复值(PR). PR 值为 PRSS 量表的得分, $0 \leq PR < 3$ 表示恢复性效应为负, $PR = 3$ 表示恢复性效应为零, $PR > 3$ 表示恢复性效应为正.

2.1 鸟叫声的恢复性效应

4 种声压级鸟叫声下的注意力恢复值测试结果,如图 3 所示. 图 3 中: L_{SP} 为声压级; ΔA_t 为注意力恢复值. 同时,运用重复测量方差分析对不同声压级下的注意力恢复值进行差异性检验.

从图 3 可知:45,50 和 55 dB(A) 下鸟叫声的注意力恢复性效应为正,而 60 dB(A) 下鸟叫声的注意力恢复性效应为负. 各种声压级鸟叫声下注意力恢复值的评价均值得分差异性均具有统计学意义($P < 0.01$). 对于注意力恢复的程度,各声压级下鸟叫声的排序为:50 dB(A) > 45 dB(A) > 55 dB(A) > 60 dB(A). 说明,50 dB(A) 的鸟叫声注意力恢复程度最高,恢复效果最好.

4 种声压级鸟叫声下的心理恢复值测试结果,如图 4 所示. 图 4 中: L_{SP} 为声压级; PR 为心理恢复值. 同时,运用重复测量方差分析对不同声压级下的心理恢复值进行差异性检验.

从图 4 可知:各种声压级下鸟叫声的心理恢复性效应均为正,不同声压级鸟叫声下心理恢复值的评价均值得分差异性具有统计学意义($P < 0.01$). 对于心理恢复程度而言,各声压级下鸟叫声的排序为:45 dB(A) > 50 dB(A) > 55 dB(A) > 60 dB(A). 说明,45 dB(A) 的鸟叫声心理恢复程度最高,恢复效果最好.

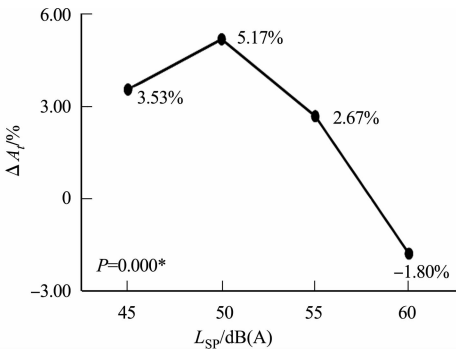


图 3 不同声压级鸟叫声下的注意力恢复值
Fig. 3 Attention recovery value under different sound pressure levels of bird sound

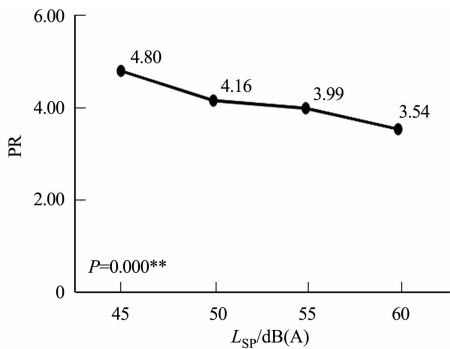


图 4 不同声压级鸟叫声下的心理恢复值
Fig. 4 Psychological recovery value under different sound pressure levels of bird sound

2.2 流水声的恢复性效应

4 种声压级的流水声下的注意力恢复值测试结果,如图 5 所示. 图 5 中: L_{SP} 为声压级; ΔA_t 为注意力恢复值. 同时,运用重复测量方差分析对不同声压级下的注意力恢复值进行差异性检验.

从图 5 可知:45,50 dB(A) 下流水声的注意力恢复效应为正,55 dB(A) 下流水声的注意力恢复效应为零,60 dB(A) 下流水声的注意力恢复效应为负. 不同声压级流水声下注意力恢复值($\Delta A_t < 0$)的评价均值得分差异性具有统计学意义($P < 0.01$). 对于注意力恢复的程度,各声压级下的流水声的排序为:

50 dB(A)>45 dB(A)>55 dB(A)>60 dB(A). 说明, 50 dB(A)的流水声注意力恢复程度最高, 恢复效果最好.

4 种声压级的流水声下的心理恢复值(PR)测试结果, 如图 6 所示. 图 6 中: L_{SP} 为声压级; PR 为心理恢复值. 同时, 运用重复测量方差分析对不同声压级下的心理恢复值进行差异性检验.

从图 6 可知: 各种声压级下流水声的心理恢复效应均为正, 不同声压级流水声下心理恢复值(PR)的评价均值得分差异性具有统计学意义($P<0.05$). 对于心理状态的恢复程度, 各声压级下的流水声的排序为: 45 dB(A)>55 dB(A)>50 dB(A)>60 dB(A). 说明, 45 dB(A)的流水声心理恢复程度最高, 恢复效果最好.

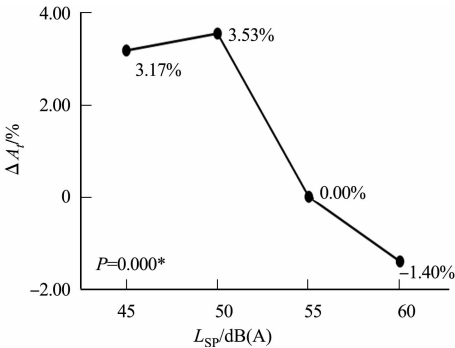


图 5 不同声压级流水声下的注意力恢复值
Fig. 5 Attention recovery value under different sound pressure levels of water sound

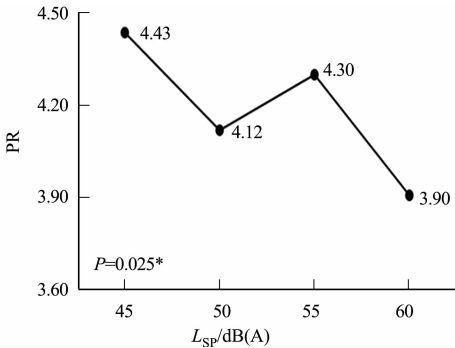


图 6 不同声压级流水声下的心理恢复值
Fig. 6 Psychological recovery value under different sound pressure levels of water sound

2.3 鸟叫声和流水声的恢复性效应对比

运用配对样本 T 检验对鸟叫声和流水声的注意力恢复值($\Delta A_i<0$)进行差异性分析, 结果如图 7 所示. 图 7 中: L_{SP} 为声压级; ΔA_i 为注意力恢复值.

从图 7 可知: 鸟叫声和流水声在 60 dB(A)下的注意力恢复效应为负; 鸟叫声在 45, 50, 55 dB(A)下的注意力恢复效果优于流水声. 鸟叫声和流水声在同种声压级下的注意力恢复值($\Delta A_i<0$)差异均不具有统计学意义($P>0.05$).

运用配对样本 T 检验对鸟叫声和流水声的心理恢复值进行差异性分析, 结果如图 8 所示. 图 8 中: L_{SP} 为声压级; PR 为心理恢复值.

从图 8 可知: 可以看出: 在 4 种声压级下, 鸟叫声和流水声的心理恢复效应都为正; 在 45, 50 dB(A)下, 鸟叫声的心理恢复效应优于流水声. 鸟叫声和流水声的心理恢复值(PR)差异均不具有统计学意义($P>0.05$). 在 55, 60 dB(A)下, 流水声的心理恢复效应优于鸟叫声, 但鸟叫声和流水声的心理恢复值(PR)差异均不具有统计学意义($P>0.05$).

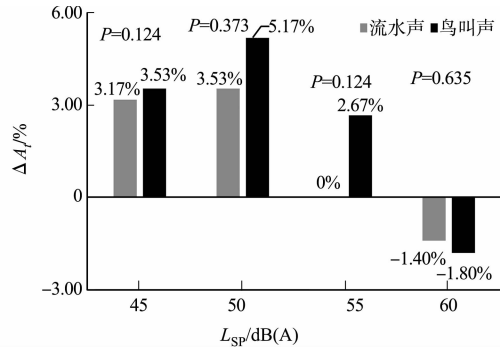


图 7 鸟叫声和流水声在同种声压级下的注意力表现差异性分析
Fig. 7 Difference analysis of attention performance between bird sound and water sound under same sound pressure level

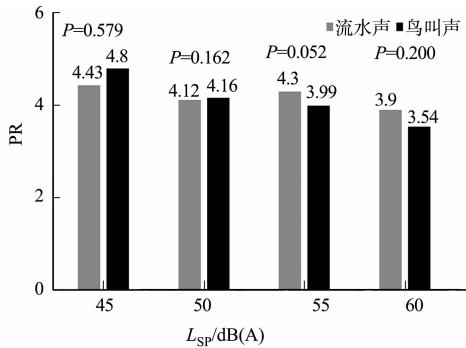


图 8 鸟叫声和流水声在同种声压级下的心理状态差异性分析
Fig. 8 Difference analysis of psychological state between bird sound and water sound under the same sound pressure level

2.4 鸟叫声和流水声与安静条件对比

前文已经提到, 鸟叫声和流水声在 45 dB 下心理恢复效果最佳, 在 50 dB 下注意力恢复效果最佳。运用重复测量方差分析对安静状态与 45, 50 dB 下的鸟叫声和流水声的恢复性效应进行差异性分析, 结果如图 9, 10 所示。图 9, 10 中: L_{SP} 为声压级; ΔA_i 为注意力恢复值; PR 为心理恢复值;。

从图 9 可知: 在 45 dB 下, 鸟叫声和流水声的注意力恢复效果显著高于安静状态 ($P < 0.01$), 其中安静状态下注意力状态与恢复前状态差异甚微, 说明安静条件下的恢复效果相对较差 (虽然恢复值略小于 0, 但仍属于正常波动范围); 在 50 dB 下, 鸟叫声和流水声的注意力恢复效果显著高于安静状态 ($P < 0.01$)。

从图 10 可知: 在 45 dB 下, 鸟叫声和流水声的心理恢复效果显著高于安静状态 ($P < 0.01$); 在 50 dB 下, 鸟叫声和流水声的心理恢复效果显著高于安静状态 ($P < 0.01$)。

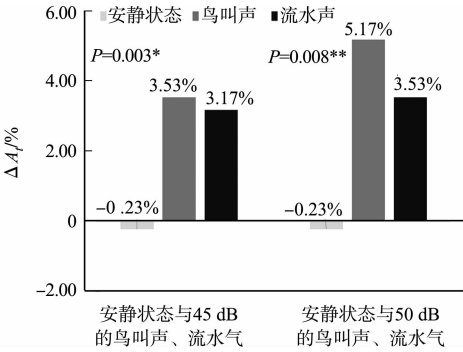


图 9 安静状态与鸟叫声和流水声注意力恢复效果的差异性分析

Fig. 9 Difference analysis of attention recovery effect among quiet state, bird sound and water sound

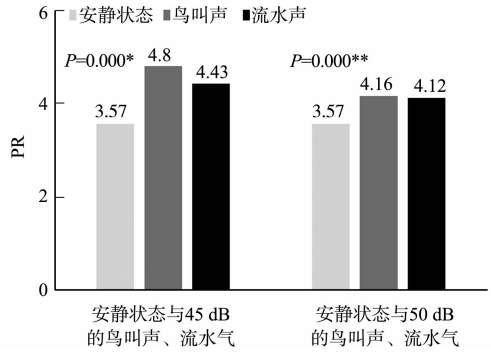


图 10 安静状态与鸟叫声和流水声心理恢复效果的差异性分析

Fig. 10 Difference analysis of psychological recovery effect among quiet state, bird sound and water sound

3 结论

文中分析了声压级大小对鸟叫声和流水声恢复性效应的影响, 主要研究了 4 种声压级 (45, 50, 55 和 60 dB(A)) 下的鸟叫声、流水声, 以及安静状态 (背景噪声为 38 dB(A)) 的恢复性效应, 得出如下 3 点主要结论。

1) 声压级大小对鸟叫声和流水声的注意力和心理恢复效果均存在重要影响。45 dB(A) 的鸟叫声和流水声对心理状态的恢复效果最好, 50 dB(A) 的鸟叫声和流水声对注意力表现的恢复效果最好。

2) 播放鸟叫声、流水声状态 (45, 50 dB(A)) 与安静状态对比, 鸟叫声和流水声的注意力恢复效果和 心理恢复效果显著优于安静状态。

3) 对比鸟叫声和流水声发现, 在各种声压级下, 鸟叫声和流水声的注意力恢复效果和 心理恢复效果均无显著差异, 在实际应用中二者均可采用。其中, 在 45 和 50 dB(A) 下, 鸟叫声的注意力恢复效果和 心理恢复效果均略高于流水声, 值得推荐。

试验选择了 20 个研究生作为研究对象, 在人员类型上有待作全面细致的选择。文中只选择了自然 声作为声源对象, 在声音种类的研究上也有待进一步完善和充实。

参考文献:

[1] HARTIG T, STAATS H. Linking preference for environments with their restorative quality[J]. *Hartig and Staats*, 2006, 19(1): 279-292. DOI: 10.1007/978-1-4020-5363-4_19.

[2] ANDREAS H, NIKLAS H, MATTIAS H, *et al.* Psychological restoration can depend on stimulus-source attribution: A challenge for the evolutionary account[J]. *Frontiers in Psychology*, 2016, 7(548): 1-8. DOI: 10.3389/fpsyg.2016.01831.

[3] YUAN Zhang,JIAN Kang,KANG Joe. Effects of soundscape on the environmental restoration in urban natural environments[J]. Noise and Health,2017,19(87):65-72. DOI:10. 4103/nah. NAH_73_16.

[4] KARMANOV D,HAMEL R. Assessing the restorative potential of contemporary urban environment(s): Beyond the nature versus urban dichotomy[J]. Landscape and Urban Planning,2008,86(2):115-125. DOI:10. 1016/j. land-urbplan. 2008. 01. 004.

[5] HERRANZ-PASCUAL K,ASPURU I,IRAURGI I,*et al.* Going beyond quietness: Determining the emotionally restorative effect of qcoustic environments in urban open public spaces[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health,2019,16(7):1284. DOI:10. 3390/ijerph16071284.

[6] VAN HEDGER S C,NUSBAUM H C,CLOHISY L,*et al.* Of cricket chirps and car horns: The effect of nature sounds on cognitive performance[J]. Psychonomic Bulletin and Review,2018,26(2):522-530. DOI:10. 3758/s13423-018-1539-1.

[7] ABBOTT L,NEWMAN P,BENFIELD J. The influence of natural sounds on attention restoration[D]. Pennsylvania State; Pennsylvania State University,2015. DOI:10. 18666/JPRA-2016-V34-I3-6893.

[8] 张圆. 城市开放空间声景恢复性效益及声环境品质提升策略研究[J]. 新建筑,2014(5):18-21. DOI:10. 3969/j. issn. 1000-3959. 2014. 05. 005.

[9] KANG Shengxian,OU Dayi,MAK C M. The impact of indoor environmental quality on work productivity in university open-plan research offices[J]. Building and Environment,2017,124(11):78-89. DOI:10. 1016/j. buildenv. 2017. 07. 003.

[10] 楼华鼎,欧达毅. 室内物理环境质量对病态建筑综合症的影响研究: 以高校开放式办公室为例[J]. 建筑科学,2019,35(6):9-17. DOI:10. 13614/j. cnki. 11-1962/tu. 2019. 06. 02.

[11] ZHANG Yuanyuan,OU Dayi,KANG Shengxian. The effects of masking sound and signal-to-noise ratio on work performance in Chinese open-plan offices [J]. Applied Acoustics, 2021, 172 (107657): 1-11. DOI: 10. 1016/j. apacoust. 2020. 107657.

[12] MA Hui,SHU Shan. An experimental study: The restorative effect of soundscape elements in a simulated open-plan office[J]. Acta Acustica United with Acustica,2018,104(1):106-115. DOI:10. 3813/AAA. 919150.

[13] RATCLIFFE E,GATERSLEBEN B,SOWDEN P T. Bird sounds and their contributions to perceived attention restoration and stress recovery[J]. Journal of Environmental Psychology,2013,36(4):221-228. DOI:10. 1016/j. jen-vp. 2013. 08. 004.

[14] 杨娟,侯燕,杨瑜,等. 特里尔社会应激测试(TSST)对唾液皮质醇分泌的影响[J]. 心理学报,2011,43(4):403-409. DOI:10. 3724/SP. J. 1041. 2011. 00403.

[15] BERTO R. Exposure to restorative environments helps restore attentional capacity[J]. Journal of Environmental Psychology,2005,25(3):249-259. DOI:10. 1016/j. jenvp. 2005. 07. 001.

[16] PARK J,KIM Y,CHUNG H K,*et al.* Long working hours and subjective fatigue symptoms[J]. Industrial Health,2001,39(3):250-254. DOI:10. 2486/indhealth. 39. 250.

[17] GRAHAM C S R. Designing landscapes for psychological restoration: Adding considerations of sound[D]. Guelph: University of Guelph,2004:78-82.

[18] PAYNE S R. The production of a perceived restorativeness soundscape scale[J]. Applied Acoustics,2013,74(2):255-263. DOI:10. 1016/j. apacoust. 2011. 11. 005.

(责任编辑: 黄仲一 英文审校: 方德平)