

促进人群压力缓解的绿色空间研究重要进展

王淑芬¹, 毕燕琪¹, 房伯南^{1,2}, 张宝慧¹, 方婧萱¹

(1. 北京工业大学城市建设学部建筑与城市规划学院, 北京 100124; 2. 全国市长研修学院, 北京 100029)

摘要: 为了使绿色空间更好地服务于公共健康, 对促进人群压力缓解的绿色空间领域的研究文献进行归纳与分析。利用 Citespace 软件, 对 Web of Science 和中国知网数据库中 2002—2022 年间关于绿色空间和压力缓解的文献进行可视化分析, 梳理其研究热点与趋势。分析绿色空间类型与特征、人群属性及特征、研究方法及压力测度, 归纳总结绿色空间促进人群压力缓解研究的进展, 并从拓展与细化绿色空间研究、完善研究方法与体系、提升实验的科学性、增加对特殊人群的关注、促进多领域和多学科合作等 5 个方面提出未来进一步研究的展望。

关键词: 绿色空间; 压力缓解; 公共健康; 心理健康; Citespace 软件; 研究进展

中图分类号: TU 986

文献标志码: A

文章编号: 0254-0037(2023)09-1025-14

doi: 10.11936/bjtxb2022100022

Significant Progress of Research on Green Space for People's Stress Relief

WANG Shufen¹, BI Yanqi¹, FANG Bonan^{1,2}, ZHANG Baohui¹, FANG Jingxuan¹

(1. College of Architecture and Urban Planning, Faculty of Architecture, Civil and Transportation Engineering, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China;
2. National Mayor Training College, Beijing 100029, China)

Abstract: In order for green spaces to better facilitate public health, a summary and analysis of literature on stress relief functions of green spaces was done. The software Citespace was used to conduct a visual analysis of the literature on green space and stress relief in Web of Science and China National Knowledge Infrastructure (CNKI) databases from 2002 to 2022 to sort out the research hotspots and trends. This paper analyzed the types and characteristics of green space, demographic attributes and characteristics, research methods and stress measures, and summarized the progress of research on the impact of green space on stress relief, and put forward the outlook for further research in five aspects: expanding and refining green space, improving research methods and systems, enhancing the scientificity of experiments, increasing the attention to special populations, and promoting cooperation in multiple fields and disciplines.

Key words: green space; stress relief; public health; mental health; citespace software; progress of research

经济的持续增长与城市化的快速发展使人们处于紧张的生活节奏中, 工作、学习与生活中的压力严

重影响着人们的心理健康。新冠肺炎疫情的持续影响造成的社会孤立无疑扩大了压力源, 增加了公众

收稿日期: 2022-10-31; 修回日期: 2023-03-02

基金项目: 北京市自然科学基金资助项目(8212006)

作者简介: 王淑芬(1965—), 女, 副教授, 主要从事城市人工环境适老化、绿地与公共健康方面的研究, E-mail: wangshufen@bjut.edu.cn

的焦虑、恐慌及抑郁倾向^[1];世界卫生组织发布科学简报:在新冠肺炎疫情的第1年,全球焦虑和抑郁的患病率增加了25%^[2]。《2022国民健康洞察报告》显示,情绪问题(焦虑、抑郁等)成为困扰国民健康的首要问题^[3]。

绿色空间是人们休憩和社交的重要场所,通过提供生态产品和服务、缓解压力、促进体力活动和社会交往等改善人的身心健康^[4-5]。与建成建筑环境相比,绿色空间是一种具有自然性的恢复性环境^[6]。压力缓解理论(stress reduction theory, SRT)^[7]与注意力恢复理论(attention recovery theory, ART)^[8]表明,以绿色空间为主体的自然环境对人的压力和注意力具有缓解与恢复作用,能够促进人产生积极的情绪与心理活动^[7,9]。笔者对国内外近20年绿色空间促进人群压力缓解相关研究进行回顾,借助Citespace软件将知识图谱可视化,总结归纳国内外研究热点与趋势,并从绿色空间、人群属性及特征、研究方法以及压力测度4个维度对现有研究进行梳理,旨在为压力缓解研究提供参考。

1 文献分析

1.1 文献获取

英文文献选取自Web of Science数据库,将检

索式定为“TS = (green space * OR landscape *) AND stress”,检索字段为主题,文献类型为“Articles”和“Review articles”,检索时间定为2002—2022年,截止时间为2022年5月25日。在剔除无关学科文献后得到338篇,进一步人工筛选和Citespace软件去重后得到英文文献117篇。中文文献选取自中国知网(www.cnki.net),将“绿色空间”“绿地”和“景观”作为主题关键词,分别与“压力”主题关键词做交集,文献类型选择“学术期刊”,检索时间同样为2002—2022年,截止时间为2022年5月31日。经过对无关学科文献剔除、人工筛选和软件去重后最终得到中文文献127篇。

1.2 年度发文量分析

统计分析结果显示,近20年来,国内外关于绿色空间与压力的文献数量整体为上升趋势,见图1。根据发文量的整体情况将该领域研究大致分为3个阶段:2002—2012年为研究早期,该阶段发文量较少,其中英文17篇、中文7篇,英文文献多于中文文献;2013—2017年为初步探索期,相关研究渐成热点,中英文发文量均有小幅度增加,其中英文25篇、中文18篇,英文发文量仍多于中文;2018—2022年为快速发展期,中英文文献发文量均大幅增加,具体为英文75篇、中文102篇,该时期中文文献数量超过英文。

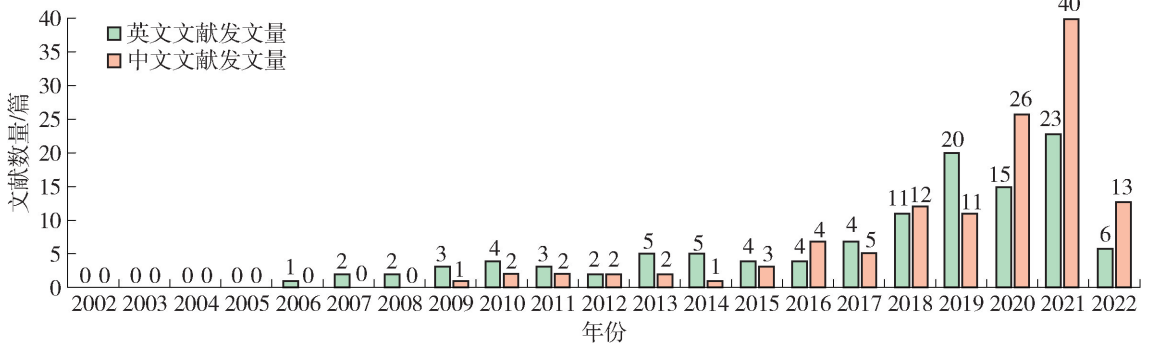


图1 中英文文献发文量分析

Fig. 1 Analysis chart of the number of papers published in Chinese and English

1.3 研究热点分析

将文献导入Citespace软件,以关键词为网络节点进行分析并将分析结果可视化,见图2、3,剔除绿色空间(green space)、压力(stress)、风景园林(landscape architecture)、景观(landscape)等学科词和检索词,整理得出频次不小于10的关键词,见表1、2。其中英文文献出现频次较高的关键词为健康(health)、环境(environment)、暴露(exposure)、体力活动(physical activity)、效益(benefit)、心理健康

(mental health)和恢复性(restoration)等;中文文献出现频次较高的关键词为压力缓解、体力活动、交往空间、亲生物性、可达性、景观环境等。

结合图表分析可知,国内外关于绿色空间和压力缓解的研究均着眼于健康、体力活动、压力恢复与缓解等方面。国外侧重于研究人群暴露于环境的恢复效益;而国内则侧重于研究实践性的恢复性环境、康复景观及疗愈景观等景观设计和循证设计。

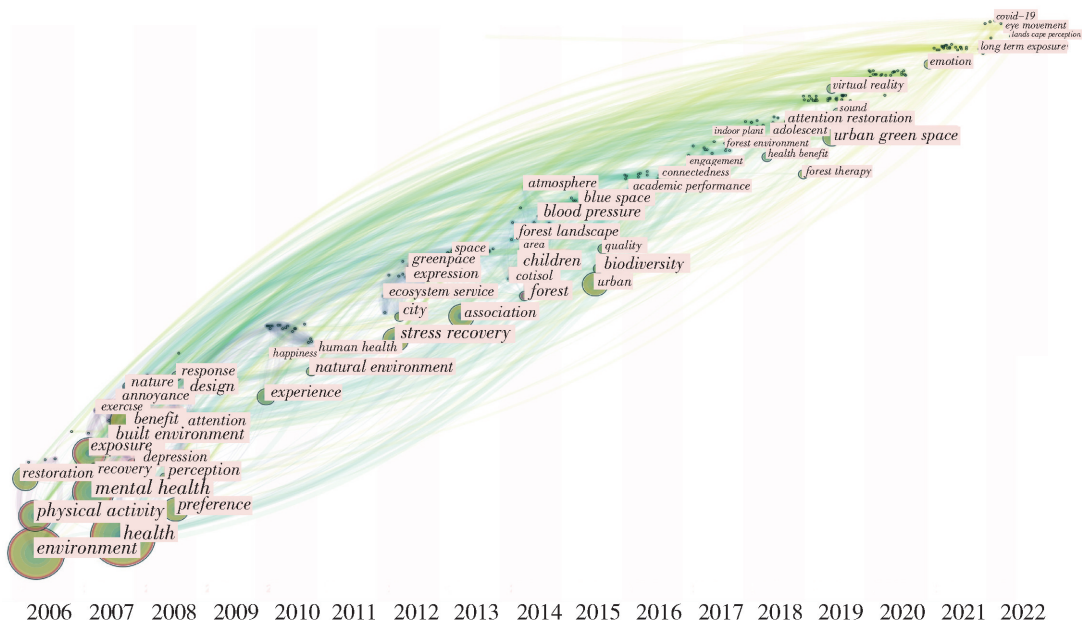


图4 英文文献研究热点时间序列分析图谱

Fig. 4 Time series mapping of research hotspots in English literature

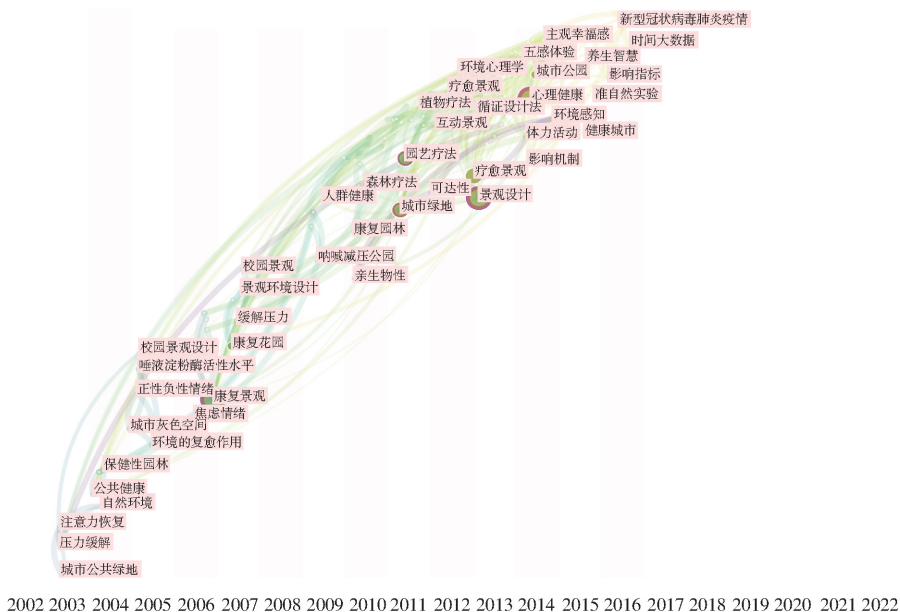


图5 中文文献研究热点时间序列分析图谱

Fig. 5 Time series mapping of research hotspots in Chinese literature

2 研究对象分析

2.1 促进人群压力缓解的绿色空间类型

从上述绿色空间与压力缓解相关获取文献中选择质量较高的43篇文献进一步分析,其中有实证研究类文献33篇。所选实证研究类文献中,数量最多的绿色空间主要为公园(5篇)、社区绿地(6篇)和校园(5篇);其他类型绿色空间包括城市绿地、森林、室内绿色空间、蓝绿景观和游园等。公园是最常

见的户外休闲场所,探索其中不同景观类型^[10]、景观特征^[11-13]、质量指标^[14]、不同人群的景观偏好^[11-12]以及活动类型^[13, 15]与压力缓解的效益关系,可以为公园景观设计提供重要依据。如谭少华等^[15]以公园为研究对象,通过调研发现城市公共绿地是人们释放压力的重要场所,而公园游憩是市民日常释放压力的首要选择(占比29.7%);宋瑞等^[13]以公园为例,基于绿地的8类感知属性研究公园中不同类型景观的复愈能力,得出自检压力水平

较高的人群喜欢具有平静安逸性、自然性和空间性的绿地,含有自然性、物种丰富性和平静安逸性的绿地具有较好的复愈作用等结论。

社区绿地与居民的日常生活关系最为密切,该类研究通常分析居民的属性和社区绿地特征对压力恢复效益的影响。居民属性方面,社区绿地对不同年龄、不同性别^[16]和不同生活水平^[17]居民的压力缓解效果有所不同。社区绿地特征方面,绿地感知时长和感知品质与居民压力水平的缓解密切相关^[18];社区内绿地面积占比^[19]、绿化程度与绿地可达性^[20]对居民情绪有重要影响^[21]。Thompson等^[19]研究表明社区绿地百分比与人群压力水平之间存在反比关系;一项对低密度社区绿地的研究发现,增加社区绿地中的植物丰富度、设计有坡度的地面和丰富的水景观,能改善绿地的压力缓解效益和注意力恢复效益^[16]。

校园环境影响学生的学习和生活,如室外客观绿量^[22]、景观类型^[23]、景观自然度^[24]、教室窗景^[25]、恢复性影响因素^[26]等均影响学生的注意力恢复和压力缓解。如王茜等^[23]研究校园中广场、林地、花田和水体4种景观对大学生健康的恢复效益,发现与室内环境相比,4种景观均在不同程度上改善了大学生的情绪焦虑和身心疲劳,其中林地和水体景观的效果最为明显。高雅玲等^[24]研究校园景观的自然度对学生心理压力的影响,发现仿自然与自然元素结合的景观具有较好的恢复性,在绿地中设计仿自然的小品和装饰可以提高景观的健康恢复效益。

其他类型的绿色空间研究数量较少,研究尺度有大有小。宏观层面,有学者从生态系统服务角度提出城市绿地影响健康的机制框架^[27],研究涉及蓝绿景观^[28-29]、绿道^[30]、森林景观^[31-32]、街道或街区^[33-34],以及不同类型^[35]的乡村景观和要素成分^[36]的压力缓解效果;微观层面,研究涉及滨河步道^[37]、游园^[38]、住宅前花园^[39]、疗愈花园^[40]、室内绿色空间^[41-42]等不同类型的绿色空间的压力缓解效益、机制和设计策略。

不同类型绿色空间的功能、特征以及与人群的交互模式存在差异,使得各类绿色空间特征研究的侧重点和测度指标选取有所不同。城市绿地系统与较大范围的绿色空间主要针对绿地率、人均绿地面积和可达性等宏观测度指标,探讨其暴露特征对人群压力缓解的影响。公园与社区绿色空间是居民进行日常活动频率较多的场所,除了暴露特征以外,其内部的空间和景观设计也能对压力恢复效益产生重

要影响,此外,反映人群行为偏好的绿色空间感知特征也是研究此类空间减压效益的关键因素。其他各类绿地研究内容更为具体,如探讨景观类型、植被群落和绿地微观设计等对压力缓解的影响,为减压绿色空间的塑造提供设计策略和依据。

2.2 促进人群压力缓解的绿色空间特征

现有研究对绿色空间特征的指标分类方式有多种:从绿色空间影响心理健康的因素看,分为客观和主观感知绿地要素^[43]、绿色空间自身特征和暴露特征^[44]以及绿地的可获得性与可达性等^[5];从绿色空间的接触形式看,分为可用性、可达性与可见性等指标^[45];从绿色空间影响健康的路径看,包括减少健康风险暴露、促进健康行为活动与提高心理恢复能力3类特征^[46]。不同研究角度的特征指标有差异和重叠。影响绿色空间压力缓解作用的因素包括:绿色空间自身特征、绿色空间与周边人居环境关系,以及人的主观感知等因素。在分析影响绿色空间恢复效益的因素及本文所关注文献的基础上,将绿色空间特征分为3个方面,即绿色空间自身特征、绿色空间暴露特征与绿色空间主观感知特征,见表3。

绿色空间自身特征主要指绿色空间内部特征与属性,包括格局、构成与功能等基本特征,以及内部设施、景观设计、物种丰富度、安全性和整洁度等品质特征^[5, 44]。研究表明,不同类型^[23]和自然度^[24]的绿地景观以及不同类型的乡村景观^[35]对人的生理和心理恢复有显著影响;不同植物群落景观对人的压力缓解效果不同,其中草坪的效果最好^[47]。此外,生物多样性^[48]、景观设计强度^[49],以及具体景观要素如水体、地形、路网、人文景观等^[16]均对压力的恢复效益产生影响。

绿色空间暴露特征是指影响人群与绿色空间接触及使用机会的客观数据指标,根据国内外相关研究将其分为可获得性与可达性^[5, 43]。可获得性侧重于绿色空间对人群的供给与分配,其测度主要基于一定区域内绿色空间的数量或密度,如对一定范围内的植物数量^[41-42]、绿化率^[30]、人均绿地面积^[50]、归一化植被指数(normalized difference vegetation index, NDVI)^[22, 51]、林木覆盖密度^[33]、绿色空间占比^[14]等指标进行量化统计。可达性多集中于社区与住宅尺度的研究,从绿色空间与人群邻近度及分配公平性角度出发,借助理信息系统技术对一定缓冲距离内的绿地面积及占比、最近距离、使用机会^[5, 27]等指标进行测度。如韩冰冰等^[20]通过测度典型寒地社区最近公园距离、绿地访问频率及停留时长等指标,发现可

表3 促进压力缓解的绿色空间相关研究测度指标及主要结论

Table 3 Measurement indicators and main conclusions of green space related research to promote stress relief

绿色空间特征	分类描述	测度指标	主要结论
自身特征	类型	不同类型景观	校园景观中的广场、林地、花田和水体在一定程度上能改善学生的情绪焦虑和身体疲劳,且林地和水体的效果最好 ^[23] 对于城市公园不同的景观空间,密林景观、花田景观和溪流景观具有较好的身心恢复效益 ^[52] 不同类型乡村景观的心理健康效益有显著差异,生产性景观的压力缓解效果最好,自然性景观次之,最后是人工性景观 ^[35]
		不同季节景观	夏季景观的恢复性和到访意愿大于冬季景观,且冬季景观表现出明显的性别差异 ^[10]
自身特征	格局与结构	自然度	仿自然与自然元素混合的环境压力缓解效果最好 ^[24]
		植物群落/植被结构	不同植物群落的压力缓解效果从大到小依次为:草坪群落、乔-灌-草群落、乔木林和乔-草群落 ^[47]
		绿地斑块分离度	对于不同的森林景观结构,半闭合森林景观对个体的生理和心理恢复效益最佳,其次分别为开敞、闭合森林景观 ^[32]
		生物多样性	植物种类丰富度对压力感知恢复有一定的影响 ^[48]
		复杂度	自然化程度高、水生植物多以及具有休憩空间的滨水步道对青年人的压力缓解效益较大 ^[37]
		开敞度	对于蓝绿空间,恢复性较高的空间特征为:较低蓝视率、较高绿视率、顶面围合式开敞以及具有中等复杂度 ^[29]
质量		水体、地形、路网等	有水体景观、地形自然、远离道路以及具有人文景观的绿地在注意力恢复方面效果较好 ^[16]
		设计强度	景观设计强度能促进景观偏好和恢复性,且设计强度与眼动指标之间存在显著正相关性 ^[49]
		声环境	鸟鸣声对环境复愈性影响显著,植被覆盖率高且结构丰富的半开敞绿色空间的鸟鸣感知效果最佳 ^[53]
暴露特征	可获得性	植物数量	室内绿色植物的摆放可以显著提升老人缓解压力的程度,且低绿量(6%)的室内环境最佳 ^[42] 室内植物数量越多、室外绿色空间使用时间越长,健康自评结果越好 ^[41]
		绿色视觉暴露程度	绿色视觉暴露程度对老年人的自评健康和情绪影响最大 ^[20]
		人均绿地面积	对于减轻压力和改善情绪来说,小型城市绿地中行为和人均绿地面积最佳搭配方式为:在高人均绿地面积环境中行走、在低人均绿地面积环境中坐憩 ^[50]
		绿视率/绿地率	住宅前花园增添植物对人的压力恢复和幸福感有积极影响 ^[39]
		林木覆盖度	男性的压力水平与林木覆盖密度呈负相关,而女性则无显著相关性 ^[33]
		绿色空间占比	接触绿色空间的时间与压力水平呈负相关性 ^[14]
主观感知特征	可感知性	可达性	与社区绿色空间的距离对老年人的生活满意度影响最大 ^[20] 武汉东湖绿道对其附近居民健康的有效干预范围为2 km ^[30]
		绿地感知属性	平静安逸性、自然性、庇护性、物种丰富性和低社会性绿地对于压力恢复的效果最好 ^[11,13]
主观感知特征		绿地感知时长	居民的平均压力水平与日均感知时长呈负相关 ^[18]

达性与老年人的生活满意度和幸福感呈正相关;谢波等^[30]通过自然实验发现武汉东湖绿道对周边居民心理健康的有效干预范围是2 km。

不同人群对相同环境的感知和评价有一定差异,绿色空间自身特征与暴露特征是以物质空间和数据为基础的客观指标,较难反映人群的心理感受和体验^[54]。绿色空间的主观感知特征能反映不同人群的使用偏好,通过影响使用动机与使用频率对绿色空间的恢复效益产生影响。主观感知特征数据常常通过问卷、社会调查、访谈和街景地图等方式获取,常见的指标包括感知绿量、感知质量、感知邻近度、绿视率等。姚亚男等^[41]发现使用室外绿色空间的时间越长,工作者的健康自评效果越好;且主观感知室外绿色空间对室外绿色空间的使用具有积极影响。董禹等^[18]发现居民的压力水平与日均绿地感知时长呈负相关,并得出与居民压力水平关系密切的住区绿地感知品质为秩序与安静的结论。此外,国外学者将人对绿色空间的感知进行细化,提出了绿地的8个感知维度并探究其与人们压力的关系,得出自然性、庇护性与压力的相关性最强的结论^[11];国内学者宋瑞等^[13]研究不同压力水平人群对不同绿地感知属性的喜好程度,为公园疗愈性环境的设计和提供依据。

2.3 人群属性及特征

绿色空间特征对人群压力缓解的影响,受人群属性、个体特征、社会特征以及行为特征等因素的影

响而产生差异,见表4。此类指标是影响压力缓解效益的潜在调节因素,但在现有的研究中常常被忽略。现有研究的人群对象以老年人、大学生和社区居民为主,而青少年和工作人群面临学业和工作带来的压力,其心理健康和压力的恢复也非常重要,目前针对此类人群的研究较为缺乏。使用者的年龄、性别、职业、收入、受教育程度和家庭结构等因素,通过影响绿色空间使用频率与使用动机,间接地对绿色空间的情绪改善产生调节作用^[38]。如Jiang等^[33]发现女性的压力水平与树木覆盖密度之间无相关性,而男性则呈负相关;Hazer等^[14]发现人群的婚姻状况、住房类型和种族与绿色空间暴露总时间存在相关性;Young等^[48]聚焦园丁与压力间关系的研究,发现政府分配的园丁比家庭园丁有更好的压力恢复水平。行为特征是指人群对绿色空间的使用方式、使用时间、使用频率等,可通过环境行为学的调查方法进行研究。不同行为特征会对绿色空间的压力缓解效益产生不同程度的影响。如Lin等^[50]对不同的绿地行为(行走或坐着)和人均面积与心理反应之间的关系进行探究,发现不同人均绿地面积的环境与行为搭配会产生不同的健康结果,且在高人均绿地面积的环境中行走以及在低人均绿地面积的环境中坐憩对压力缓解和情绪改善的效果更好;Kajosaari等^[55]通过对比人群在不同环境中的体育活动发现,在自然环境和蓝色空间中进行锻炼有额外的减压和恢复效益。

表4 有关人群属性与特征文献汇总

Table 4 Summary of literature on attributes and characteristics of people

类别	文献汇总
人群属性	老年人 ^[20,42,52] 、大学生 ^[22-24,26,32] 、住区居民 ^[18,30] 、游客 ^[13,15] 、青少年 ^[25,37,51] 、工作人群 ^[41]
个体特征	性别 ^[14,31,33,38,51] 、年龄 ^[14,16,30,38,41,51] 、职业 ^[41,48]
社会特征	收入水平 ^[14,17,30,38,41,55] 、受教育程度 ^[14,38,48,51,55] 、家庭结构 ^[14,38] 、收入剥夺 ^[17] 、城市/农村 ^[17]
行为特征	行走/坐憩 ^[50] 、体力活动 ^[14,55] 、使用时间/强度 ^[14,18,38,41,48] 、喜爱的活动 ^[13] 、景观偏好 ^[12,35] 、使用动机 ^[38] 、生活方式 ^[17] 、每周工作/学习时间 ^[14,41]

3 研究方法 with 压力测度分析

3.1 研究方法

对现有绿色空间与压力缓解相关文献归纳分析,其研究方法主要包括纵向研究、横断面研究及随机对照实验。纵向研究是指在较长时间内,对人的心理健康进行系统、定性及定量的研究,通过一段时间的调查发现人群压力水平随时间变化的规律。大部分纵向研究都会同时采用横断面研究,如一项研

究将个人绿地暴露情况与健康结果相联系,进行了10 a的长期跟踪调查与评估,发现绿色空间对心理健康影响的横向证据,但绿色空间数量的改变并没有对心理健康产生显著影响^[56]。与纵向研究相比,横断面研究持续时间较短,通过设计实验、实地调研以及社会调研等方法,分析各变量之间的相关性,得出各变量的压力恢复效益,其缺点是缺乏对因果关系与影响机制的探究。随机对照实验能对提出的假设进行科学验证,实验过程通常设置对照组和干预

组。对照组一般为与绿色空间相反的内容,如没有窗户或者窗外是建筑物^[25]、城市环境^[57]、室内环境与城市道路等^[32],部分对照实验只设置2个干预组^[15,19]。葛天骥^[58]通过240名志愿者对不同绿地特征和鸟鸣属性及其感知恢复性的研究,发现绿地空间特征与声景感知恢复具有相关性,鸟鸣属性与绿地感知恢复效益相关。

3.2 心理压力测度

当前对心理压力的测度有多种方式,如邀请参与者填写各类量表和问卷,或对其进行生理指标测量等,将这些方式分为心理评估和生理测量两大类。

3.2.1 心理评估

常见的心理评估工具包括各类情绪类量表、恢复类量表和健康生活类问卷,见表5。情绪量类表

能分析多种情绪,如压力、焦虑、疲劳和抑郁等消极情绪,以及幸福、活力等积极情绪,这类量表通常用来检测基线、受刺激后以及恢复后的压力水平。主观恢复类量表以Kaplan夫妇的ART为支撑,从距离感、丰富性、吸引力及兼容性等维度出发^[59],评价使用绿色空间后的主观恢复情况,评估不同绿色空间的恢复效益。健康与生活类问卷常应用在压力测度之前,对参与者的心理健康、生活习惯和日常事件进行评估,以衡量慢性压力对实验结果的影响。

3.2.2 生理测量

常见的反映压力水平的生理指标有血压、血氧饱和度、心率及心率变异性、心电图、脑电图、皮质醇等。生理测量能分析身体机能和生理状态,进而反映情绪和压力水平的变化,见表6。如血压、心率和

表5 常用心理评估工具列表

Table 5 List of commonly used psychological assessment tools

类别	评估项目	量表/问卷名称	参考文献
情绪类 量表	压力	压力知觉量表(perceived stress scale,PSS)	[13-14,17-18,39]
	抑郁、焦虑、压力	DASS-21量表(the depression anxiety stress scale-21)	[41]
	紧张、愤怒、疲劳、活力、困惑、抑郁等	简明心境量表(profile of mood states,POMS)	[23,35,50]
	焦虑	简短版状态焦虑量表(state anxiety inventory scale,S-AI)	[23-24]
	疲劳	疲劳量表(fatigue scale-14,FS-14)	[41]
	幸福感	生活满意度量表(satisfaction with life scale,SWLS)	[20]
	抱怨、压力、疲劳等	SCL-93(symptom checklist-93)问卷	[11]
	幸福感	沃里克-爱丁堡积极心理健康量表(Warwick-Edinburgh mental well-being scale,WEMWBS)	[39]
恢复类 量表	积极情绪和消极情绪	积极消极情感量表(positive and negative affect schedule,PANANS)	[9]
	绿色空间的远离、吸引和兼容、丰富	中文版复愈性环境量表	[26]
	绿色空间的远离性、连贯性、魅力性、一致性	知觉环境恢复量表(perceived restorative scale,PRS)	[12,16,22-23,49]
	放松、平静、活力、注意力等	恢复结果问卷(recovery results questionnaire,ROS)	[10,60]
健康 生活类 问卷	访问概率、愿意付出的最远距离	到访意愿问卷(willingness to visit,WTV)	[10]
	心理健康状况	健康调查简表(short form-12,SF-12)	[30]
	身体与心理健康、情绪	健康量表(short form-36,SF-36)	[17,20]
	体力活动	简版国际体育活动问卷(international physical activity questionnaire,IPAQ)	[17]
	生活事件的压力程度	生活事件评估量表(life event scale,LES)	[17]
	身体健康、心理健康	世界卫生组织生存质量测定简表(World Health Organization quality of life,WHOQOL-BREF)	[22]
	近期生活压力	近期生活变化问卷(recent life changes questionnaire,RLCQ)	[14]

表6 反映心理压力变化的常用生理测量指标及仪器列表

Table 6 List of commonly used physiological indicators and instruments reflecting changes in psychological stress

测量指标	生理意义	压力/情绪变化	测量仪器	参考文献
血压、脉搏	心脏功能和外周血管阻力	情绪波动和疲劳程度	血压计	[23-24,35,42,50]
心电图、心率、心率变异性、R-R 间期、LF/HF 数值	心脏和自主神经系统活动情况	情绪变化和兴奋程度;应激能力和压力水平	生理多导仪器(ergo lab)、心率表(polar)、血压计	[23-24,35,42,47]
脑电图	脑部功能和活动情况	放松程度和清醒程度等	无线便携式脑电仪头戴设备(emotiv eposc+),32通道脑电分析系统(live amp)	[10,50]
大脑前额叶皮层血红蛋白浓度	大脑活动情况	应激反应、舒适感和放松感	近红外光谱设备(pocket nirs)	[31]
唾液皮质醇	肾上腺激素水平	压力水平和认知功能	唾液收集管(sarstedt salivettes)、唾液皮质醇试剂盒(drg salivary cortisol ellsa slv-2930)	[33,35,42]
皮肤导电水平、皮肤电活动	人体交感神经系统兴奋性、皮肤汗腺的激活	一段时间内的情绪唤醒水平、情感体验、注意力水平、紧张程度	智能穿戴生理多导仪器(ergo lab)、生物反馈训练测试仪(pro comp5 infiniti)、多导生理记录仪(biopac mp150)	[9,16,24,33,47]
面部肌电活动	神经系统和肌肉活动水平	面部表情和情绪的变化	生理多导仪器(ergo lab)	[16]
呼吸频率	每分钟呼吸的次数	紧张程度和情绪变化	生理多导仪器(ergo lab)	[16]
体温	皮肤温度	精神状态和疲劳程度	生理多导仪器(ergo lab)、温度计	[16]
光电容积心率检测	心率变化趋势	情绪变化和压力水平	生理多导仪器(ergo lab)	[16]
头发皮质醇	肾上腺激素水平	慢性压力水平	相关机构对样本进行分析	[17]
眼动指标	眼球运动情况	景观偏好和恢复水平	眼动仪(eyelink 1000 pluse)	[49]
血氧饱和度	心脏供血水平	压力水平	血氧仪	[50]

心电图能反映精神状态和情绪的改变,脑电图反映意识水平和精神状态。皮质醇方面,一项实验发现唾液皮质醇不仅能评估短期刺激产生的压力,还可以对日常压力做出较准确的反馈^[61];对于较长时期慢性压力的评估,头发皮质醇比唾液皮质醇有更强的稳定性,是评估慢性压力的一个更好的指标^[62]。与问卷和量表相比,生理测量的优势是将压力量化,可实现短时间内多次测量和长时间的动态监测^[50];且生理指标的测度相对客观,不易受被试者主观判断及问卷表达的影响,故其常常与心理评估相结合,使研究更加客观和准确。然而,生理测量结果也会受被试者身体特征(如是否患有慢性疾病)、生活习惯(如作息是否规律,是否抽烟、饮酒等)、外界环境变化(如光、噪声等)以及体力活动的影响。因此,实验过程应尽可能地控制其他无关变量,防止外界干扰影响测量结果。

4 总结与展望

4.1 总结

总结近20年绿色空间促进压力缓解方面的研究,归纳得出以下4个特点:

1) 中英文发文章整体呈逐年增多趋势,国内外研究热点有所差异,均缺少对大尺度绿色空间的研究。

2) 国内外研究都有量化与精细化的趋势,但国内对于人本视角探索和多领域融合研究尚有待深入。

3) 绿色空间类型与特征不断深化和精细化,对绿色空间结构与质量指标系统化测度不足。

4) 研究方法多以相关性的横断面分析为主,少有持续较长时间的纵向研究和影响机制的分析,缺乏对研究框架和体系的完善。

4.2 展望

结合研究现状对绿色空间与压力缓解相关研究提出以下几点展望:

1) 拓展与细化绿色空间研究,宏观尺度与多类型、多特征要素的研究有待深入。绿色空间尺度与类型方面,目前压力缓解的研究多以公园、校园和社区绿地等中小尺度绿色空间为主,较少涉及绿地系统、城市、区域乃至国家等宏观尺度研究,未来有待开展更大尺度和类型更加丰富的实证研究。如现有研究对医院环境关注较少,医院减压环境的设计和提升对医患的身心健康改善有重要意义。绿色空间特征方面,现有研究对绿色空间暴露特征关注较多,对绿色空间内部结构、品质以及主观感知特征等指标关注较少,且缺乏对各特征之间相互影响的分析。未来可在绿色空间特征要素方面进一步细化,探索以指导实践为最终目标的压力缓解绿色空间设计研究等未知领域。

2) 完善研究方法与体系,纵向研究以及基于压力缓解的理论体系尚待完善。在研究方法方面,当前缺乏对人群压力长时间的追踪和系统分析,建议未来多开展纵向研究,深入了解绿色空间促进压力缓解的规律机制,探究绿色空间的时空变化对压力的影响^[63]。压力的类型与来源(如生活压力与不确定压力)会对绿色空间的压力缓解效益有一定影响^[64]。研究内容与理论体系方面,目前对绿色空间与压力的相关性分析以及恢复性环境关注较多,绿色空间缓解压力的理论体系与框架有待完善。而绿色空间与健康关系的研究理论体系较为成熟,故未来可多参考绿色空间与健康方面的研究,完善绿色空间与压力的理论、机制和框架。另外,基于压力缓解的绿色空间设计理论体系尚未完善。目前基于促进人群压力释放的绿色空间设计策略主要从可达性、植物、环境知觉、环境感知偏好等单一角度进行了探讨,未形成系统性的减压绿色空间设计体系,如何使绿色空间的减压效果充分发挥,形成能够指导实践的、全方位的压力释放性绿色空间设计方法,还需进一步对影响压力缓解的绿色空间要素进行研究与剖析。

3) 从单一因素的研究转向多因素综合研究,提升实验的科学性。绿色空间是一个包含众多要素的复杂系统,人群的压力情况在复杂系统中受到多种因素的影响,而压力缓解并非绿色空间的简单作用,还受到人群行为特征和外部环境等诸多要素的干扰。如人群活动类型、环境感知偏好与访问频率等

会使研究结果具有一定主观性;地理位置和建成环境会影响气候和交通可达性;经济水平和社会因素导致绿色空间使用机会与动机有所差异;生活作息与习惯则会对人的生理机能产生干扰。这就出现相同研究主题的结论有所不同的情况。如若将自然环境密度与人群收入水平二者同时考虑,研究结果会产生差异^[17];人群的停留时间则能够缓解孤独感和促进体育活动的发生,进而促进心理健康^[65]。目前对绿色空间内各个要素的组合影响情况尚未明确,单一要素和组合要素对压力释放的影响是否具有差异性尚不清楚。未来建议深入分析各变量间的干扰,将更多相关变量纳入研究范畴,尤其需关注人群在绿色空间中的行为方式对减压效果的影响,使研究结果更具针对性和科学性。

4) 增加对中青年、儿童、孕妇、残障人士和病人等特殊人群的关注,完善人群属性影响压力缓解的相关研究。当下针对老人、学生和居民等人群的压力恢复研究较多,未来可多关注青年和上班族等高压人群,研究工作中绿色空间的压力缓解效益。另外,针对不同年龄段、不同性别和职业以及弱势群体等人群的压力缓解差异研究也较少。如流动人口的居住流动性对其身体健康具有显著的潜在风险,并可能间接影响流动人口的心理健康^[66]。未来建议对人群属性进一步细化,同时增加对儿童、孕妇及残障人士等人群的关注。

5) 促进医工结合,增强多领域和多学科合作。目前绿色空间与压力缓解研究主要集中在公共环境与职业健康、建筑科学与工程、环境科学以及城市研究等领域,有少量心理学、体育学和医学等学科的加入。未来应促进多领域多学科合作,为理论框架建立、人群压力来源和机制分析提供有力支撑。

参考文献:

- [1] 蔡欢乐,朱言欣,雷璐碧,等. 新型冠状病毒肺炎相关知识、行为和心理应对:基于网络的横断面调查[J]. 中国公共卫生, 2020, 36(2): 152-155. CAI H L, ZHU Y X, LEI L B, et al. Novel coronavirus pneumonia epidemic-related knowledge, behaviors and psychology status among college students and their family members and friends: an internet-based cross-sectional survey [J]. Chinese Journal of Public Health, 2020, 36(2): 152-155. (in Chinese)
- [2] 世界卫生组织. COVID-19 大流行促使全球焦虑和抑郁患病率增加 25% [EB/OL]. [2023-02-28]. <https://www.who.int/zh/news/item/02-03-2022-covid-19-pandemic->

triggers-25-increase-in-prevalence-of-anxiety-and-depression-worldwide.

- [3] 丁香医生. 2022 国民健康洞察报告 [EB/OL]. [2023-02-28]. <https://dxy.com/article/91024>.
- [4] 姚亚男, 李树华. 基于公共健康的城市绿色空间相关研究现状 [J]. 中国园林, 2018, 34(1): 118-124.
YAO Y N, LI S H. Review on research of urban green space based on public health [J]. Chinese Landscape Architecture, 2018, 34(1): 118-124. (in Chinese)
- [5] 董玉萍, 刘合林, 齐君. 城市绿地与居民健康关系研究进展 [J]. 国际城市规划, 2020, 35(5): 70-79.
DONG Y P, LIU H L, QI J. Progress of studies on the relationship between urban green space and public health [J]. Urban Planning International, 2020, 35(5): 70-79. (in Chinese)
- [6] 陈箐, 翟雪倩, 叶诗韵, 等. 恢复性自然环境对城市居民心智健康影响的荟萃分析及规划启示 [J]. 国际城市规划, 2016, 31(4): 16-26, 43.
CHEN Z, ZHAI X Q, YE S Y, et al. A meta-analysis of restorative nature landscapes and mental health benefits on urban residents and its planning implication [J]. Urban Planning International, 2016, 31(4): 16-26, 43. (in Chinese)
- [7] ULRICH R S, SIMONS R F, LOSITO B D, et al. Stress recovery during exposure to natural and urban environments [J]. Journal of Environmental Psychology, 1991, 11(3): 201-230.
- [8] KAPLAN S. The restorative benefits of nature: toward an integrative framework [J]. Journal of Environmental Psychology, 1995, 15(3): 169-182.
- [9] HUANG Q Y, YANG M Y, JANE H A, et al. Trees, grass, or concrete? the effects of different types of environments on stress reduction [J/OL]. Landscape and Urban Planning, 2019, 193: 103654 [2023-03-02]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016920461831449X>. DOI:10.1016/j.landurbplan.2019.103654.
- [10] WANG Y, XU M. Electroencephalogram application for the analysis of stress relief in the seasonal landscape [J/OL]. Int J Environ Res Public Health, 2021, 18(16): 8522 [2023-03-02]. <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/16/8522>. DOI:10.3390/ijerph.18168522.
- [11] GRAHN P, STIGSDOTTER U K. The relation between perceived sensory dimensions of urban green space and stress restoration [J]. Landscape and Urban Planning, 2010, 94(3/4): 264-275.
- [12] PESCHARDT K K, STIGSDOTTER U K. Associations between park characteristics and perceived restorativeness of small public urban green spaces [J]. Landscape and Urban Planning, 2013, 112: 26-39.
- [13] 宋瑞, 牛青翠, 朱玲, 等. 基于绿地 8 类感知属性法的复愈性环境构建研究——以宝鸡市人民公园为例 [J]. 中国园林, 2018, 34(增刊 1): 110-114.
SONG R, NIU Q C, ZHU L, et al. Construction of restorative environment based on eight perceived sensory dimensions in green spaces—a case study of the People's Park in Baoji [J]. Chinese Landscape Architecture, 2018, 34(Suppl 1): 110-114. (in Chinese)
- [14] HAZER M, FORMICA M K, DIETERLEN S, et al. The relationship between self-reported exposure to greenspace and human stress in Baltimore, MD [J]. Landscape and Urban Planning, 2018, 169: 47-56.
- [15] 谭少华, 李进. 城市公共绿地的压力释放与精力恢复功能 [J]. 中国园林, 2009, 25(6): 79-82.
TAN S H, LI J. Restoration and stress relief benefits of urban park and green space [J]. Chinese Landscape Architecture, 2009, 25(6): 79-82. (in Chinese)
- [16] HUANG S P, QI J D, LI W, et al. The contribution to stress recovery and attention restoration potential of exposure to urban green spaces in low-density residential areas [J/OL]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2021, 18(16): 8713 [2023-03-02]. <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/16/8713>. DOI:10.3390/ijerph.18168713.
- [17] GIDLOW C J, RANDALL J, GILLMAN J, et al. Natural environments and chronic stress measured by hair cortisol [J]. Landscape and Urban Planning, 2016, 148: 61-67.
- [18] 董禹, 李珍, 董慰. 城市住区绿地感知与居民压力水平的关系研究——以哈尔滨市 12 个住区为例 [J]. 风景园林, 2020, 27(2): 88-93.
DONG Y, LI Z, DONG W. Relationship between green space perception of communities and residents' stress level: a case study of 12 communities in Harbin [J]. Landscape Architecture, 2020, 27(2): 88-93. (in Chinese)
- [19] THOMPSON C W, ROE J, ASPINALL P, et al. More green space is linked to less stress in deprived communities: evidence from salivary cortisol patterns [J]. Landscape and Urban Planning, 2012, 105(3): 221-229.
- [20] 韩冰冰, 冷红. 寒地社区绿色空间对老年人主观幸福感影响——以长春市为例 [J]. 风景园林, 2022, 29(1): 115-121.
HAN B B, LENG H. Influence of community green space on subjective well-being of the elderly in cold regions: a case study of Changchun [J]. Landscape Architecture, 2022, 29(1): 115-121. (in Chinese)
- [21] 陈璐瑶, 谭少华, 戴妍. 社区绿地对人群健康的促进作

- 用及规划策略 [J]. 建筑与文化, 2017(2): 184-185.
- CHEN L Y, TAN S H, DAI Y. The promotion effect and planning strategy of community greenbel on population [J]. Health Architecture & Culture, 2017(2): 184-185. (in Chinese)
- [22] GULWADI G B, MISHCHENKO E D, HALLOWELL G, et al. The restorative potential of a university campus: objective greenness and student perceptions in Turkey and the United States [J]. Landscape and Urban Planning, 2019, 187: 36-46.
- [23] 王茜, 张延龙, 赵仁林, 等. 四种校园绿地景观对大学生生理和心理指标的影响研究 [J]. 中国园林, 2020, 36(9): 92-97.
- WANG Q, ZHANG Y L, ZHAO R L, et al. Study on the effects of four campus green landscapes on college students' physiological and psychological indicators [J]. Chinese Landscape Architecture, 2020, 36(9): 92-97. (in Chinese)
- [24] 高雅玲, 黄河, 叶菁, 等. 高校绿地景观自然度对人体生理和心理指标的影响 [J]. 中国城市林业, 2022, 20(4): 103-109.
- GAO Y L, HUANG H, YE J, et al. Influence of landscape naturalness degree in campus green spaces on human physiological and psychological indicators [J]. Journal of Urban Forestry in China, 2022, 20(4): 103-109. (in Chinese)
- [25] LI D Y, SULLIVAN W C. Impact of views to school landscapes on recovery from stress and mental fatigue [J]. Landscape and Urban Planning, 2016, 148: 149-158.
- [26] 王诗琪, 梅洪元. 寒地大学校园空间恢复性影响因素研究 [J]. 建筑学报, 2020(增刊1): 82-86.
- WANG S Q, MEI H Y. Study on the factors affecting the restoration of university campus space in winter cities [J]. Architectural Journal, 2020(Suppl 1): 82-86. (in Chinese)
- [27] 杨春, 谭少华, 董明娟. 基于 ESs 的城市绿地健康影响研究: 服务功能、内涵及机制 [J]. 中国园林, 2021, 37(3): 32-37.
- YANG C, TAN S H, DONG M J. Urban green space health influence based on ESS: service function, connotation and mechanism [J]. Chinese Landscape Architecture, 2021, 37(3): 32-37. (in Chinese)
- [28] 何晓龙, 沈军, 姜小平, 等. 身体锻炼与绿、蓝色景观暴露改善人体精神健康的耦合: 路径、实证与协同效应 [J]. 体育与科学, 2020, 41(3): 94-109.
- HE X L, SHEN J, JANG X P, et al. The progress on mental health improvement by green and blue exercise [J]. Sports & Science, 2020, 41(3): 94-109. (in Chinese)
- [29] 朱晓玥. 蓝绿空间类型及特征对压力恢复的影响研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2019: 36-42.
- ZHU X Y. Research on the influence of typesang features of blue-green space on pressure recovery [D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2019: 36-42. (in Chinese)
- [30] 谢波, 王潇, 伍蕾. 基于自然实验的城市绿色空间对居民心理健康的影响研究——以武汉东湖绿道为例 [J]. 地理科学进展, 2021, 40(7): 1141-1153.
- XIE B, WANG X, WU L. Exploring the effect of urban greenspace on residents mental health using a quasi-natural experiment: taking Wuhan East Lake Greenway as an example [J]. Progress in Geography, 2021, 40(7): 1141-1153. (in Chinese)
- [31] SONG C R, IKEI H, KAGAWA T, et al. Effect of viewing real forest landscapes on brain activity [J/OL]. Sustainability, 2020, 12(16): 6601 [2023-03-02]. <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/16/6601>. DOI: 10.3390/su.12166601.
- [32] 刘雯华. 不同森林景观结构空间对大学生复愈性影响研究 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2019: 27-33.
- LIU W H. Influence of different forest landscape structure space on college students' rehabilitation [D]. Yangling: Northwest A&F University, 2019: 27-33. (in Chinese)
- [33] JIANG B, CHANG C Y, SULLIVAN W C. A dose of nature: tree cover, stress reduction, and gender differences [J]. Landscape and Urban Planning, 2014, 132: 26-36.
- [34] 陈箴. 高密高异质性城市街区景观对心理健康影响评价及循证优化设计 [J]. 风景园林, 2018, 25(1): 106-111.
- CHEN Z. Assessing the impact of high-density high-heterogeneity urban district landscape on psychological health and optimizing via evidence-based design [J]. Landscape Architecture, 2018, 25(1): 106-111. (in Chinese)
- [35] WANG X B, ZHU H L, SHANG Z D, et al. The influence of viewing photos of different types of rural landscapes on stress in Beijing [J/OL]. Sustainability, 2019, 11(9): 2537 [2023-03-02]. <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/9/2537>. DOI: 10.3390/su.11092537.
- [36] 罗皓, 邓莉, 江松霖, 等. 川西林盘乡村景观要素和要素组成与感知、偏好和压力恢复的关系 (英文) [J]. Journal of Resources and Ecology, 2021, 12(3): 384-396.
- LUO H, DENG L, JIANG S L, et al. Elements and element components of the rural landscape in Linpan of western Sichuan in relation to perception, preference and stress recovery [J]. Journal of Resources and Ecology,

- 2021, 12(3): 384-396.
- [37] 李鑫,王子尧,吴丹子,等. 基于生理反馈的城市滨河步道对青年人压力缓解的研究[J]. 中国园林, 2022, 38(5): 86-91.
LI X, WANG Z Y, WU D Z, et al. Research on pressure relief of young people by urban waterfront trail based on physiological feedback [J]. Chinese Landscape Architecture, 2022, 38(5): 86-91. (in Chinese)
- [38] 郭庭鸿. 城市绿色空间健康效益的社会生态调节因素研究[J]. 西部人居环境学刊, 2019, 34(3): 35-41.
GUO T H. Study on social-ecological moderators differing the relation between urban green space and human health [J]. Journal of Human Settlements in West China, 2019, 34(3): 35-41. (in Chinese)
- [39] CHALMIN-PUI L S, ROE J, GRIFFITHS A, et al. "It made me feel brighter in myself"—the health and well-being impacts of a residential front garden horticultural intervention [J/OL]. Landscape and Urban Planning, 2020, 205: 103958 [2023-03-02]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016920462030325X>. DOI:10.1016/j.landurbplan.2020.103958.
- [40] 袁晓梅,周同月. 面向压力人群的康复景观循证设计及疗愈实践[J]. 住区, 2020(6): 49-57.
YUAN X M, ZHOU T Y. Evidence-based design and healing practice of therapeutic garden for stressed people [J]. Design Community, 2020(6): 49-57. (in Chinese)
- [41] 姚亚男,黄秋韵,李树华. 工作环境绿色空间与身心健康关系研究——以北京IT产业人群为例[J]. 中国园林, 2018, 34(9): 15-21.
YAO Y N, HUANG Q Y, LI S H. Study on the relationship between green space around workplace and physical and mental health: IT professionals in Beijing as target population [J]. Chinese Landscape Architecture, 2018, 34(9): 15-21. (in Chinese)
- [42] 黄秋韵,姚亚男,李树华. 不同室内绿量对老人压力缓解效益比较研究[J]. 住区, 2020(6): 128-135.
HUANG Q Y, YAO Y N, LI S H. Effects of different amount of indoor greenery on stress restoration of the elderly [J]. Design Community, 2020(6): 128-135. (in Chinese)
- [43] 刘雨红,赵兵,蔡衍坤. 国内外城市绿地健康效益研究领域动态和趋势[J]. 广东园林, 2021, 43(4): 35-40.
LIU Y H, ZHAO B, CAI Y K. The dynamics and trends of research on health benefits of urban green space at home and abroad [J]. Guangdong Landscape Architecture, 2021, 43(4): 35-40. (in Chinese)
- [44] 辛昱铮,陆伟,孙佩锦. 基于公众心理健康视角的绿色空间研究与展望[J]. 风景园林, 2022, 29(3): 79-85.
XIN Y Z, LU W, SUN P J. Research and prospect of green space from the perspective of public mental health [J]. Landscape Architecture, 2022, 29(3): 79-85. (in Chinese)
- [45] 姚尧,殷炜达,任亦询,等. 空间分析视角下城市绿地与人体健康关系研究综述[J]. 风景园林, 2021, 28(4): 92-98.
YAO Y, YIN W D, REN Y X, et al. Review on researches of the relationship between urban green space and human health from the perspective of spatial analysis [J]. Landscape Architecture, 2021, 28(4): 92-98. (in Chinese)
- [46] 干靓,杨伟光,王兰. 不同健康影响路径下的城市绿地空间特征[J]. 风景园林, 2020, 27(4): 95-100.
GAN L, YANG W G, WANG L. Spatial characteristics of urban green space under different health impact pathways [J]. Landscape Architecture, 2020, 27(4): 95-100. (in Chinese)
- [47] 段艺凡,李树华. 植物群落景观的观赏形式对人体生理反应的影响[J]. 风景园林, 2022, 29(3): 105-111.
DUAN Y F, LI S H. Effects of viewing forms of plant community landscapes on human physiological responses [J]. Landscape Architecture, 2022, 29(3): 105-111. (in Chinese)
- [48] YOUNG C, HOFMANN M, FREY D, et al. Psychological restoration in urban gardens related to garden type, biodiversity and garden-related stress [J/OL]. Landscape and Urban Planning, 2020, 198: 103777 [2023-03-02]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204618304018>. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2020.103777.
- [49] WU Y, ZHUO Z X, LIU Q Y, et al. The relationships between perceived design intensity, preference, restorativeness and eye movements in designed urban green space [J/OL]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2021, 18(20): 10944 [2023-03-02]. <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/20/10944>. DOI: 10.3390/ijerph.182010944.
- [50] LIN W, CHEN Q B, JIANG M, et al. The effect of green space behaviour and per capita area in small urban green spaces on psychophysiological responses [J/OL]. Landscape and Urban Planning, 2019, 192: 103637 [2023-03-02]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204619302622?via%3Dihub>. DOI:10.1016/j.landurbplan.2019.103637.
- [51] MENNIS J, MASON M, AMBRUS A. Urban greenspace is associated with reduced psychological stress among adolescents: a geographic ecological momentary assessment (GEMA) analysis of activity space [J].

- Landscape and Urban Planning, 2018, 174: 1-9.
- [52] 王淑芬, 许春城, 王瑶, 等. 促进老年人身心健康的城市公园景观空间研究 [J]. 北京工业大学学报, 2022, 48(10): 1036-1045.
WANG S F, XU C C, WANG Y, et al. Effect of urban park landscape spaces on the elderly's physical and psychological well-being [J]. Journal of Beijing University of Technology, 2022, 48(10): 1036-1045. (in Chinese)
- [53] 胡梦瑶. 不同城市空间鸟鸣感知对公众的心理恢复研究 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2021: 34-38.
HU M Y. The psychological restoration of bird song in different urban spaces [D]. Yangling: Northwest A & F University, 2021: 34-38. (in Chinese)
- [54] 王兰, 孙文尧, 吴莹. 主观感知的城市环境对居民健康的影响研究——基于全国 60 个县市的大样本调查 [J]. 人文地理, 2020, 35(2): 55-64.
WANG L, SUN W Y, WU Y. Study on the impact of subjective perception of urban environment on residents' health: based on a large sample survey of 60 counties and cities in China [J]. Human Geography, 2020, 35(2): 55-64. (in Chinese)
- [55] KAJOSAARI A, PASANEN T P. Restorative benefits of everyday green exercise: a spatial approach [J/OL]. Landscape and Urban Planning, 2021, 206: 103978 [2023-03-02]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204620314614>. DOI:10.1016/j.landurbplan.2020.103978.
- [56] NOORDZIJ J M, BEENACKERS M A, GROENIGER J O, et al. Effect of changes in green spaces on mental health in older adults: a fixed effects analysis [J]. Journal of Epidemiology and Community Health, 2020, 74(1): 48-56.
- [57] HEDBLUM M, GUNNARSSON B, IRAVANI B, et al. Reduction of physiological stress by urban green space in a multisensory virtual experiment [J/OL]. Scientific Reports, 2019, 9: 10113 [2023-03-02]. <https://www.nature.com/articles/s41598-019-46099-7>. DOI: 10.1038/s.41598-019-46099-7.
- [58] 葛天骥. 基于感知恢复的城市公园鸟鸣声景研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2018: 58-60.
GE T J. Research on birdsong soundscape of urban parks based on perceived restoration [D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2018: 58-60. (in Chinese)
- [59] 叶柳红, 张帆, 吴建平. 复愈性环境量表的编制 [J]. 中国健康心理学杂志, 2010, 18(12): 1515-1518.
YE L H, ZHANG F, WU J P. Developing the restoration environment scale [J]. China Journal of Health Psychology, 2010, 18(12): 1515-1518. (in Chinese)
- [60] SACCHELLI S, GRILLI G, CAPECCHI I, et al. Neuroscience application for the analysis of cultural ecosystem services related to stress relief in forest [J/OL]. Forests, 2020, 11(2): 190 [2023-03-02]. <https://www.mdpi.com/1999-4907/11/2/190>. DOI:10.3390/f.11020190.
- [61] KIDD T, CARVALHO L A, STEPTOE A. The relationship between cortisol responses to laboratory stress and cortisol profiles in daily life [J]. Biological Psychology, 2014, 99: 34-40.
- [62] IGLESIAS S, JACOBSEN D, GONZALEZ D, et al. Hair cortisol: a new tool for evaluating stress in programs of stress management [J]. Life Sciences, 2015, 141: 188-192.
- [63] ASTELL-BURT T, FENG X Q, KOLT G S. Large-scale investment in green space as an intervention for physical activity, mental and cardiometabolic health: study protocol for a quasi-experimental evaluation of a natural experiment [J/OL]. BMJ Open, 2015, 6(4): e009803 [2023-03-02]. <https://bmjopen.bmj.com/content/bmjopen/6/4/e009803.full.pdf>. DOI: 10.1136/bmjopen.2015.009803.
- [64] YANG T Z, BARNETT R, FAN Y F, et al. The effect of urban green space on uncertainty stress and life stress: a nationwide study of university students in China [J/OL]. Health & Place, 2019, 59: 102199 [2023-03-02]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1353829219302138>. DOI:10.1016/j.healthplace.2019.102199.
- [65] DZHAMBOV A M. Residential green and blue space associated with better mental health: a pilot follow-up study in university students [J]. Arh Hig Rada Toksikol, 2018, 69: 340-349.
- [66] MIN Y, MARTIN D, JAN F, et al. Using structural equation modeling to examine pathways between perceived residential green space and mental health among internal migrants in China [J/OL]. Environmental Research, 2020, 183: 109121 [2023-03-02]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935120300128>. DOI:10.1016/j.envres.2020.109121.

(责任编辑 郑筱梅)