

刘晔, 何嘉锐, 王若宇, 李志刚. 2023. 城市绿色空间对心理健康的影响: 研究进展与展望. 热带地理, 43 (9): 1747-1759.

Liu Ye, He Jiarui, Wang Ruoyu, and Li Zhigang. 2023. The Impact of Urban Green Space on Mental Wellbeing: Research Progress and Recommendations. *Tropical Geography*, 43 (9): 1747-1759.

城市绿色空间对心理健康的影响: 研究进展与展望

刘晔^{1,2,3}, 何嘉锐^{1,2,3,4}, 王若宇⁵, 李志刚⁶

(1. 中山大学 地理科学与规划学院, 广州 510006; 2. 广东省城市化与地理环境空间模拟重点实验室, 广州 510006;

3. 广东省公共安全与灾害工程技术研究中心, 广州 510006; 4. 深圳外国语学校博雅高中, 广东 深圳 518106;

5. 爱丁堡大学 地理科学学院, 英国爱丁堡; 6. 武汉大学 城市设计学院, 武汉 430072)

摘要: 良好生态环境成为人民生活质量的增长点, 作为城市生态环境的重要组成部分, 城市绿色空间与公共健康之间的关系亟待深入研究。通过梳理城市绿色空间与居民心理健康的关系的国内外研究进展, 梳理绿色空间使用与暴露水平的多种测度方法, 阐明绿色空间影响居民心理健康的“减轻环境压力-修复力-建设力”机制, 基于“社会-生态”视角揭示绿色空间使用机会、使用动机和易用性的群体差异对绿色空间心理健康效应的调节作用, 并指出当前研究存在对不同社会文化群体心理健康增益效果关注不足、地区绿化水平评价方法单一、未解决地理背景的不确定性问题、忽视居住自选择问题和复杂非线性关系尚未明晰等局限性, 并在研究内容、研究数据、研究视角和研究方法上提出展望。

关键词: 城市绿色空间; 心理健康; 环境压力; 社会-生态; 影响机制; 研究进展

中图分类号: B845.61; TU985.12 **文献标志码:** A

DOI: 10.13284/j.cnki.rddl.003733

文章编号: 1001-5221(2023)09-1747-13

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



随着社会经济的高速发展, 城市居民的生活节奏不断加快, 社会竞争压力日益加剧, 加上不健康生活习惯(如久坐、熬夜和酗酒)的盛行, 各类精神疾病和群体性心理健康问题日益凸显。世界卫生组织(WHO)于2017年所发布的报告《抑郁症及其他常见精神障碍》(Depression and Other Common Mental Disorders)指出, 目前全世界有超过3亿人遭受抑郁症的困扰, 平均发病率在4.4%左右, 预计到2030年抑郁症将高居全球疾病负担的第一位(WHO, 2017)。中国精神卫生调查(China Mental Health Survey, CMHS)结果显示, 中国人的六大类精神障碍加权12个月患病率为9.3%, 加权终生患病率高达16.6%(Huang et al., 2019)。《中国国民心理健康发展报告(2017—2018)》(傅小兰等,

2019)和《中国城镇居民心理健康白皮书》^①指出, 中国73.6%的城镇居民处于心理亚健康状态, 高达11%~15%的国民心理健康状况较差, 2%~3%的人群甚至可能面临中度到重度的心理问题。因此, 如何预防和治疗心理健康问题, 不仅成为当下全球性的焦点议题, 得到世界卫生组织和各国政府的高度重视, 也是全面实施健康中国战略的重要环节。

城市绿色空间是指城市中被人工、半自然或自然的植被等生态单元所占据, 并为城市提供生态、游憩、文化、历史、景观等生态系统服务的空间(王甫园等, 2017; 成超男等, 2020), 既包括位于地表的城市绿地和农业用地等非城市建设用地(Lovell et al., 2013; Girma et al., 2019), 也包括立体绿化, 即各种构筑物及其他空间结构上的绿化植物

收稿日期: 2022-03-09; **修回日期:** 2022-08-05

基金项目: 国家自然科学基金项目——时空行为视角下的城市人居环境对老年人幸福感的影响机制研究(42171196); 国家自然科学基金项目——城市居住环境对“空巢”人群幸福感的时空效应研究(41971194)

作者简介: 刘晔(1986—), 男, 广东广州人, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为城市人居环境与居民健康福祉、城市化与人口流动、人才流动的机制与影响, (E-mail) liuye25@mail.sysu.edu.cn;

通信作者: 李志刚(1976—), 男, 湖北天门人, 教授, 博士生导师, 研究方向为城市地理、城市空间与规划, (E-mail) zhigangli@whu.edu.cn。

① 中国网. http://www.china.com.cn/txt/2018-05/02/content_51084474.htm, 2018-05-02.

(Lu, 2019)。大量研究表明,城市生态环境是城市居民心理健康的重要决定因素(Velarde et al., 2007),而作为城市生态环境的重要组成部分,绿色空间是提升城市居民心理健康水平的重要资源(Wang et al., 2019a)。然而,快速城镇化导致城市绿色空间的面积迅速减少且日益破碎(陈康林等, 2016)。据统计,中国近50年来天然湿地面积减少了约21.6%(顾仲阳, 2015),与此同时,城市化带来的水体、大气和土壤污染等环境问题日益突出,导致城市绿色空间的生物多样性和自然生态系统生产力降低,严重威胁着公共健康(Haaland et al., 2015; 黄柏石等, 2021)。为应对日益严峻的挑战,中国各大城市不断加大对城市绿色基础设施的建设力度。例如,成都市在“十四五”规划纲要中提出,推动“幸福美好生活十大工程”,将居民幸福感与城市绿色空间建设紧密联系,并发布全球首个《公园城市指数(框架体系)》,强调城市绿色空间对公共健康和可持续发展的关键作用。提升城市绿色空间的质量已成为实现城市高质量发展和居民高品质生活的重要举措(成都市人民政府, 2021)。

前人对绿色空间与公共健康关系的研究进行了系统梳理。例如,姚亚男等(2018)探究了绿色空间与公共健康之间的复杂关系,指出绿色空间通过自然要素生态产品和服务的供应,以及有益健康行为的促进,提升人们的健康水平。张冉等(2020)以体力活动作为切入点,从体力活动的分类方式、居民个人属性、社会环境、建成环境以及绿色空间特征等方面进行梳理,指出当前对体力活动、绿色空间和居民健康水平的因果关系有待进一步探讨。袁媛等(2018)基于文献计量工具,通过对以“居民健康的邻里影响”为主题的文献进行梳理,识别了绿色空间等影响居民健康的重要环境因素。张丽娜等(2021)从绿地空间暴露评价和流行病学2个方面出发,阐述了绿地空间暴露与人群健康效应的研究进展。黄雯雯等(2021)采用范围综述的方法,在梳理城市绿地及其健康影响的相关理论的基础上,提出改进实证研究的建议。肖华斌等(2021)系统地综述了绿地生态系统服务与居民健康相关性研究,提出在绿地系统规划中应强调城市绿地生态系统服务与居民健康需求的供需匹配,以及多源数据环境下供需测度方法与空间表达的整合。纵观前人所开展的文献综述与实证研究,可以发现其主要聚焦于三大主题:评估绿色空间对公共健康的促进作用,揭示绿色空间影响公共健康的机

制以及探索促进公共健康的绿色空间优化配置策略。尽管前人已经广泛认识到绿色空间对公共健康的积极效应,但对于绿色空间影响居民心理健康的复杂机制仍然缺乏系统的梳理(Gascon et al., 2015),对于绿色空间与居民心理健康的关系的异质性缺乏充分的认识,无法有效指导实证研究的开展。

为此,通过在中国知网和Web of Science等数据库对近5年发表的学术论文进行检索,聚焦“城市公园绿地”和“心理健康”的主题,共获得国内外学术论文202篇。在此基础上,本文系统梳理了城市绿色空间与居民心理健康的关系的国内外研究进展,对绿色空间使用和暴露水平的测度方法进行总结,阐明绿色空间对居民心理健康的影响机制,构建绿色空间与居民心理健康关系的社会生态模型框架,探讨绿色空间与居民心理健康的关系存在异质性的原因。在梳理绿色空间对居民心理健康影响的研究进展的基础上,分析已有研究存在的不足,并从研究内容、研究数据、研究视角和研究方法等角度,提出研究展望。本文旨在为理论的提炼与实证研究的开展提供参考并指明方向,还为今后健康导向的城市公共政策制定和规划编制提供参考。

1 城市绿色空间使用与暴露水平的测度

学者们在开展“绿化暴露-健康结局”关联研究时,由于运用不同的方法测度居民的绿色空间使用或者暴露水平,得到的分析结果不尽相同,甚至得出完全相反的结论。因此,有必要对常用的绿色空间使用与暴露水平测度方法进行梳理,并将绿色空间使用与暴露水平测度方法的选择纳入相应的研究框架。目前常用的指标包括以下类别:绿地覆盖率(Surrounding Greenness)、绿地可达性(Access to Green Space)、绿视率、绿地质量与满意度(表1)。

1.1 绿地覆盖率

绿地覆盖率主要测度社区内居民的绿地资源可获得性,是最为常用的绿化暴露指标。其数据主要有三大来源:1)遥感影像数据。例如,美国国家宇航局(NASA)提供的Landsat系列卫星影像资料以及中国国家航天局(CNSA)提供的高分系列卫星影像资料。2)国土调查数据。例如,自然资源部组织的第三次全国国土调查数据。3)从高德地

表1 城市绿色空间使用与暴露水平常用指标对比

Table 1 Comparison of commonly used indicators of usage of and exposure to urban green spaces

维度	具体操作	优缺点(√优点,×缺点)					
		覆盖范围广	实时性强	节省时间人力成本	操作难度低	反映实际接触情况	反映居民的主观感受
绿地覆盖率	遥感影像数据	√	√	√	√	×	×
	土地利用数据	√	×	√	√	×	×
	城市内公园分布数据	√	×	√	√	×	×
绿地可达性	缓冲区法	√	×	√	√	×	×
	最近距离法	√	×	√	√	×	×
	引力模型法	√	×	√	×	×	×
	等值线法	√	×	√	√	×	×
	移动搜索法	√	×	√	×	×	×
绿视率	RGB色差法	√	×	√	√	√	×
	机器学习图像分割	√	×	√	×	√	×
绿地质量和满意度	问卷调查	×	×	×	√	√	√
	环境审计	×	×	×	√	√	×
	社交媒体用户评价	√	√	√	×	√	√

图或者百度地图等电子地图爬取的公园绿地兴趣面 (Area of Interest, AOI) 数据。绿地覆盖率指标的主要优点为空间覆盖范围广, 时间跨度长, 时间与人力成本小以及易于操作。其主要缺点为测度的暴露度准确性相对较低。

基于遥感影像数据, 已有研究主要通过光谱波段计算各种植被指数, 例如归一化植被指数 (Normalized Difference Vegetation Index)、土壤调整植被指数 (Soil Adjusted Vegetation Index)、绿度比值植被指数 (Green Ratio Vegetation Index) 和增强型植被指数 (Enhanced Vegetation Index) (Markevych et al., 2017)。基于国土调查数据和兴趣面数据, 已有研究主要通过绿地斑块的面积计算缓冲区内的绿地覆盖率 (Browning et al., 2020; 刘大鹏等, 2021)。缓冲区 (Buffer Zone) 的设定与阈值的选取是绿地覆盖率计算必须关注的要点。常用的缓冲区类型包括圆形缓冲区、路网缓冲区和行政区划范围缓冲区 (Li et al., 2018)。在3种缓冲区中, 圆形缓冲区和行政区划范围缓冲区能满足特定研究的需要, 较容易提取居民所处地区的绿地覆盖率水平, 路网缓冲区基于路网数据计算居民的活动范围, 不受行政区划的限制, 从而能更准确地刻画居民可达范围内的绿地覆盖率。

1.2 绿地可达性

绿地可达性可以理解为从家或者其他场所到绿色空间的难易程度。目前测度绿地可达性的主要方法包括缓冲区法、最近距离法、引力模型法和机会累积法 (屠星月等, 2019)。缓冲区法是以居民点为中心, 计算在一定距离或时间阈值内居民所能享

有的绿地面积和数量 (肖华斌等, 2009)。最近距离法通过计算居民点到最邻近绿色空间的距离进而估计其绿地可达性 (Giles-Corti et al., 2005)。基于对距离内涵的不同理解, 学者们从传统的直线距离拓展到时间距离和路网距离 (刘晔等, 2020; 浩飞龙等, 2021)。从绿色空间对居民的吸引角度出发, 学者们提出了引力模型法, 通过建立绿色空间对居民的吸引力和阻力间的函数模型, 讨论绿色空间服务潜力的变化规律 (周廷刚等, 2004)。在此基础上, 学者们还提出了机会累积法, 即计算城市绿色空间在特定时间或交通成本内的活动或人口 (李博等, 2008)。机会累积法也可细分为多种计算方式, 其中最基础的是等值线法, 即根据出行成本进行分级, 统计不同分级下居民可到达的绿地数量。此后, 基于机会累积法的思想, 学者们提出了移动搜索法和两步移动搜索法。其中, 两步移动搜索法的应用最为广泛, 该方法分别以居民点和绿地点为圆心, 设定阈值形成搜索区, 分两步计算供需比和绿地可达性 (魏冶等, 2014)。

1.3 绿视率

上述2种测度绿色空间使用与暴露水平的方法, 均采用自上而下的鸟瞰视角, 与居民在日常生活中的实际感受不一致。近年来, 研究者开始从人眼视角, 基于互联网地图服务商、社交网络用户和研究者拍摄的街景图片, 测度一个地区街道的绿化程度 (Ye et al., 2019)。该方法具有覆盖范围广、成本低、易于获取和数据偏差小等优点。常用的计算方法主要有2类: 1) 利用RGB色差法直接提取绿色像素格在整张图片中的比例 (Lu, 2019); 2) 利用已有

图像分割数据集和机器学习算法,获得植被像素格占总像素格的比例 (Ye et al., 2019)。第二种方法可以在计算机视觉技术的支撑下,提取高维度的语义信息,并通过街景中的各方面特征识别绿色植物,从而更客观准确地模拟居民的环境感知,相比前者可信度更高 (Kang et al., 2020)。

1.4 绿地质量和满意度

与上述3类指标不同,绿地质量和满意度指标主要由研究者通过实地调研 (Field Audit) 收集一手数据,或者爬取游客在社交媒体发布上发布的信息,反映研究者、当地居民或者游客对绿色空间的主观评价 (Gidlow et al., 2012)。常用的数据采集方式主要包括: 1) 通过问卷调查收集当地居民对于附近绿色空间的主观评价 (Feng et al., 2017); 2) 调查者基于标准化量表,通过实地调研对绿色空间的质量进行打分,即环境审计 (Gidlow et al., 2012); 3) 运用机器学习方法对游客在社交媒体上发布的留言和评论开展语义分析,从而获得使用者对绿色空间质量和满意度的评价 (李双金等, 2018; Brindley et al., 2019)。

问卷调查法的主要优点为操作难度低且能更真实地反映居民的主观评价,缺点为空间覆盖范围小、时间跨度短、人力成本高和主观性强。与问卷调查法相比,环境审计的结果客观性更强,且便于开展不同地点绿化质量的横向对比。运用社交媒体数据评价绿地质量和满意度的主要优点为空间分辨率高、人力成本低、覆盖范围广且实时性强,缺点为操作难度较大 (需要研究者具备一定的编程能力),数据样本的代表性较差 (例如,老年人群体的社交媒体使用率远低于年轻人群体)。

2 城市绿色空间对居民心理健康的影响机制

城市绿色空间对居民心理健康的影响存在“生理-心理-社会行为”多种机制 (Hartig et al., 2014)。本文将城市绿色空间对居民心理健康的影响归结为3条路径 (图1): 1) 减轻环境压力路径 (Reducing Harm): 城市绿色空间通过净化空气、降低噪音和缓解热岛效应等途径缓解环境压力,从而促进心理健康。2) 修复力路径 (Restoring Capacities): 通过观赏和接触绿色空间等自然环境,缓解心理压力和恢复注意力,对促进心理健康起直接作用。3) 建设力路径 (Building Capacities): 一方面,以绿

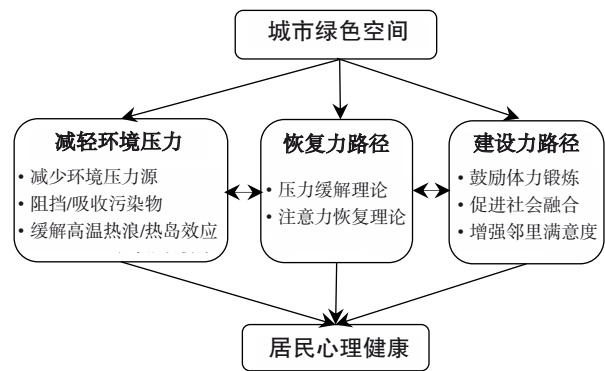


图1 绿色空间影响心理健康的“减轻环境压力-修复力-建设力”机制

Fig.1 The biopsychosocial pathways linking green space to mental wellbeing

色空间为载体而进行的体力活动促进了居民的心理健康;另一方面,绿色空间为居民开展邻里互动和社会交往提供了方便舒适的场所,从而提升居民的心理健康水平。

2.1 减轻环境压力路径

环境压力源 (Environmental Stressor) 指直接作用于人的肉体并产生心理变化的环境应激物 (如空气污染颗粒物、噪音和高温)。其直接作用于身体并引发发炎症状,进而损害居民的心理健康 (Markevych et al., 2017)。越来越多的证据表明,长期暴露于PM_{2.5}等污染物浓度较高的环境中,居民的神经系统会受到损害,出现神经认知功能障碍和情绪障碍等问题 (Holtan et al., 2015)。噪音不仅通过损害神经系统降低居民的认知能力,还通过降低居民睡眠质量、诱发生理性头痛等方式导致居民产生焦虑、抑郁等心理障碍 (Tzivian et al., 2015)。城市热浪作为气候变化带来的极端现象,给居民带来心理疲劳,同时也诱发过激行为和焦躁等负面情绪。有研究表明,气候变化可能会导致抑郁率和自杀率上升,进一步加剧群体的抑郁情绪,甚至诱发创伤后应激障碍问题 (Cianconi, 2020)。

城市绿色空间可通过功能和布局2个途径减轻环境压力对心理健康的负面影响。在功能方面,绿色植物可通过阻挡和吸收工业活动和道路交通所产生的大气污染物,实现对空气的净化 (James et al., 2016);通过对噪音声波的衍射、吸收和破坏,以及产生鸟叫虫鸣等自然音,城市绿色空间中的植被大幅度降低噪音的影响,从声学效应和心理途径缓解噪音给人们所带来心理上的危害 (Gidlof-gun-

narsson et al., 2007; Pugh et al., 2012); 此外, 不同植被类型、植物量和空间配置的绿色空间表现出不同的近地面温度调节能力 (Bowler et al., 2010), 缓解了高温热浪对心理健康的危害。在布局方面, 开发强度较高的城市建设用地往往存在更大的环境压力, 绿色空间不仅可以阻止城市建设用地的过度蔓延, 还能严控交通用地和工业用地的占比, 从源头上减轻环境压力 (Haaland et al., 2015)。

2.2 修复力路径

城市绿色空间作为一种心理修复的资源受到广泛关注 (Hartig et al., 2014)。作为解释自然环境保健功能的两大经典理论, 压力缓解理论 (Stress Reduction Theory, SRT) 和注意力恢复理论 (Attention Restoration Theory, ART) 强调绿色空间在缓解心理压力和恢复注意力方面的作用。压力缓解理论认为, 观察绿色植物可以唤起积极的情绪, 进而减轻精神压力 (Ulrich, 1983; Ulrich et al., 1991)。注意力恢复理论指出, 人的注意力在高度集中的状态下会随着时间推移逐渐涣散, 从而导致精神疲劳, 长期的精神疲劳将不利于人们的心理健康。绿色植物可以轻松吸引人的注意力, 使人们从精神疲劳中恢复过来, 并恢复对注意力的控制, 缓解由于长时间集中注意力而带来的精神疲劳症状 (Kaplan, 1995)。自该理论提出以来, 大量学者开展相关实证研究, 证实了绿化暴露对注意力恢复所起的作用 (Hansmann et al., 2007; Wang et al., 2019b)。

2.3 建设力路径

建设力路径包括促进体力活动、促进邻里互动和提升社区凝聚力 (Liu et al., 2019a)。安全可达且景色优美的绿色空间为周边居民开展休闲性体力活动 (如跑步和散步) 提供场所, 从而降低其罹患心理疾病的风险 (Mitchell, 2013; Calogiuri et al., 2014; Shanahan et al., 2016; 戴颖宜等, 2019)。绿色空间还为周边居民开展社会交往提供舒适便利的场所, 从而提升社区凝聚力并约束不健康的行为。一方面, 良好的社区环境可以通过“邻里效应”影响居民的心理健康, 这主要得益于居民在绿色空间参与社区活动和相互来往中提升了社区凝聚力, 而社区凝聚力对居民的心理健康起保护作用 (Sampson et al., 2002; Lachowycz et al., 2013; Kemperman et al., 2014; Holtan et al., 2015)。另一方面, 生活在一个强凝聚力社区的居民可从邻居处获得大量工具性和情感性的社会支持, 其不健康的行为 (如吸烟

和打架) 也会受到社会规范的约束 (Berkman et al., 2000; Hawe et al., 2000)。

3 城市绿色空间与居民心理健康关系的社会生态模型框架

城市绿色空间对周边居民心理健康的增益效果存在巨大差异, 可以从“生理-心理”和“社会-生态”2个方面进行解释 (张金良, 2003)。基于“生理-心理”的视角, 由于居民自身身体机能 (如荷尔蒙、是否对植物过敏等) 和心理素质 (对植物的偏好和心理疾病程度等) 的差异, 哪怕暴露在同样的绿化环境中, 个体所获得的健康效益也可能存在差异 (李畅, 2021)。基于“社会-生态”的视角, 对于不同类型与特征的绿色空间而言, 由于绿色空间使用机会 (Opportunity to Use)、使用动机 (Drivers and Motivation to Use) 和易用性 (Ease of Use) 存在群体差异, 致使绿色空间的暴露量存在群体间的差异, 最终调节绿色空间与心理健康结局之间的关系 (图2) (Lachowycz et al., 2013)。由于“社会-生态”视角关注环境和人群的差异 (包括空间差异), 对地理学者开展相关研究有较大的启发性, 下文基于“社会-生态模型”的分析框架探讨城市绿色空间与心理健康结局的复杂关系。

3.1 使用机会

绿色空间的使用机会指人们克服各种约束条件前往并使用绿色空间的能力。不同人群对不同特征绿色空间的使用机会往往存在差异。由于绿色空间具有不同的特征 (如类型、规模、等级、质量、外观和安全性等), 其对使用者心理健康的促进作用可能存在较大差别 (Wu et al., 2020), 这种因使用机会不均等造成的绿色空间暴露量差异已从绿色空间的空间均衡问题延伸至“环境正义”视角下的健康公平性问题。通常而言, 规模越大、等级越高、质量越好、观赏性越强和安全性越强的绿色空间对心理健康的促进作用更大。绿色空间潜在使用者的人口学特征 (如年龄、性别、社会经济状况、健康状况和种族等) 影响其时间利用和空间可达水平, 从而导致绿色空间使用机会的差异。其中, 由社会经济地位差异所造成的付租能力和活动能力差异, 进而造成公共绿地使用机会的差异备受关注 (Cohen et al., 2012)。在西方发达国家的城市, 公园绿地的建设维护费用与地方税费相挂钩, 付租能力弱的居民往往居住在公园绿地缺乏且质量低下的地区

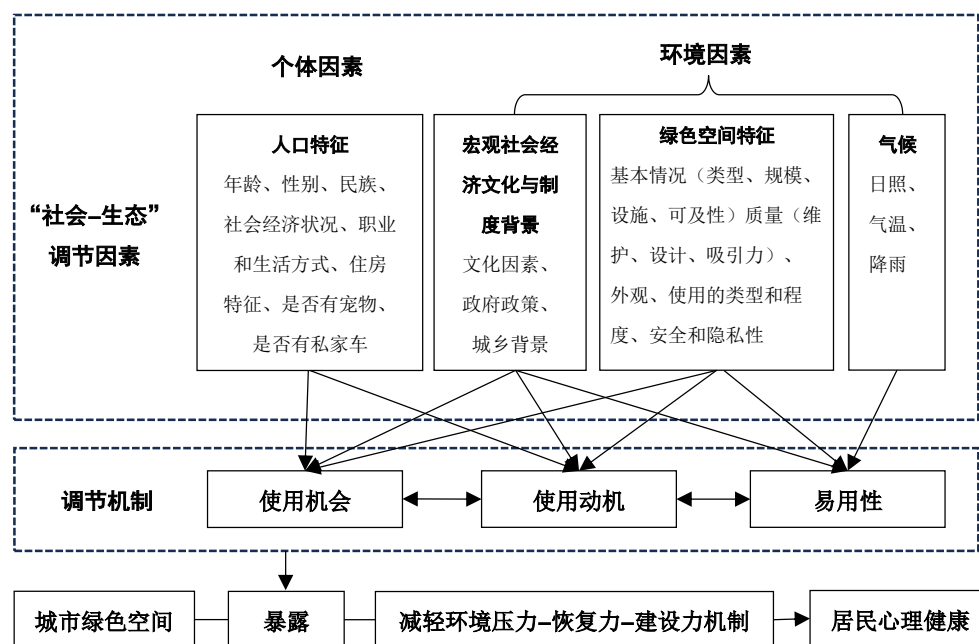


图2 绿色空间与居民心理健康关系的“社会-生态”模型框架

Fig.2 Socio-ecological framework for the relationship between greenspace and mental wellbeing

(Zhang et al., 2020)。在中国的大城市，由于历史的原因和政府财政倾斜的原因，老城区的公园绿地数量较多且质量较好，尽管居住在老城区的本地居民社会经济地位较低，但他们对绿色空间的使用机会不少于社会经济地位较高的郊区居民 (Xiao et al., 2019)。

3.2 使用动机

绿色空间的使用动机指居民为满足个体内在需求而选择使用绿色空间的主观意愿。一般而言，影响人们使用动机强弱的因素包括人口学特征、客观环境、环境感知、个人主观偏好和替代性的健康资源（如体育场馆等）等。在人口学特征方面，经济条件较差的家庭小汽车拥有率低，更依赖于社区周边的绿色空间开展体育锻炼和邻里交往，因此可以从居住社区周边的绿色空间获得更大的健康增益效果 (Rigolon et al., 2021)。但经济条件较好的居民更关注自身的健康状况，生活更为自律，拥有更强烈的意愿在家周边开展体育锻炼。在客观环境方面，绿色空间质量（如景观设计和配套设施）的提升能够强化居民的使用动机 (Sarkar et al., 2015; Lu, 2019)，而卫生状况不良和维护不佳可能弱化居民的使用动机 (Brindley et al., 2019)。在环境感知方面，有研究表明，人类主要从美感、色彩、抑郁感、复杂度、安全性和活力6个方面对绿色空间进

行感知，绿色植物的健康程度和游憩道路比例等因素可能影响居民对绿色空间的感知 (Ma et al., 2021)。最后，倘若家周边存在替代性的休闲活动场所，人们可能会使用这些场所而不是绿色空间开展休闲活动，从而导致绿色空间使用动机的弱化。因此，使用动机作为绿色空间与居民心理健康关系的社会生态模型框架中的重要调节因素，调节了绿色空间与心理健康结局的“剂量-反应”关系。

3.3 易用性

绿色空间易用性的差异表现为居民对绿色空间使用效果的差异。外部环境对绿色空间的易用性产生重要的影响。例如，恶劣的天气条件可能会限制人们对公共绿地的使用，阳光明媚和温度适宜的天气为人们使用绿地提供便利 (许燕婷等, 2021)。又如，打造安全、便捷和舒适的道路出行环境，能够提升公园绿地的易用性。绿色空间的内部环境通过使用者的使用体验直接影响其易用性。例如，园林景观可能会给使用者带来积极的视觉体验 (Deng et al., 2020)；陡峭的地形、大量的蚊虫和潜在的过敏原可能会影响人们对绿色空间的使用 (Löhmus et al., 2015)。此外，治安状况是公园绿地易用性的重要决定因素之一，某些设计不善的公园有可能成为犯罪的“温床”，使附近的居民对其避而远之。

4 既有研究的不足与展望

4.1 研究内容:绿色空间对不同社会文化群体心理健康的增益效果

尽管国内外学者已经证实了城市绿色空间对居民的心理健康存在促进作用,并且运用分层分析和调节效应分析等技术,分析了城市绿色空间对不同年龄性别群体心理健康增益效果的差异(刘晔等, 2020; Qin et al., 2021; 曹晨等, 2021; 吴蓉等, 2021a)。然而,较少研究立足“社会-生态”的视角,关注不同社会文化群体在生活方式、文化偏好、社会经济地位和成长经历的差异,及其所造成的绿色空间使用机会、使用动机和易用性的差异,并以此解释绿色空间心理健康增益效果的异质性。因此,在研究内容上,应当加强对城市绿色空间心理健康增益效果异质性的社会文化机制分析,不断丰富和完善现有的研究框架。例如,可结合自然联结(Nature Connectedness)的概念,关注人们对自然情感依附的差异及其所导致的绿色空间健康增进效益的异质性(McEwan et al., 2020; Liu et al., 2022)。又如,可关注不同职业人群(产业工人、专业技术人员、自由职业者、料理家务者等)对绿色空间使用机会和使用意愿的差异,并由此解释绿色空间对不同群体心理健康影响的差异。

4.2 研究数据:绿化暴露水平的测度

既有研究大多采用单一的方法评价地区的绿化水平,得到的结果较为片面。但正如前文所言,绿化暴露测度方法的选择在极大程度上影响实证研究的结果,且每种方法都具有一定的局限性(Liu et al., 2019a, 2019b; Yang et al., 2019)。例如,部分研究基于居民问卷调查数据或调查员环境审计资料,主观评价绿化暴露的水平,存在成本高、耗时长和覆盖范围小的局限。部分研究基于遥感影像数据和国土调查数据,大规模自动化地估算绿地覆盖率和绿地可达性水平,但不能获取居民对周边绿化状况的真实感受(Liu et al., 2019a, 2019b; Browning et al., 2020; 刘大鹏等, 2021)。也有学者结合百度/腾讯街景数据和机器学习的方法,大规模自动化地估算街道的绿视率,但无法获取远离街道用地的绿化信息(李智轩等, 2020)。

因此,建议综合运用多种方法,从主观和客观2个维度评价地区的绿化水平。具体而言,基于遥感影像数据、国土调查数据、街景数据和居民问卷调查数据等多源数据,结合人口数据、地形数据

(如数字高程模型)和建筑轮廓数据,计算绿地覆盖率、绿地可达性、绿视率和绿地到访率等反映绿色空间供给质量、服务水平和易用性的客观指标。基于居民问卷调查数据、环境审计数据和社交媒体数据,获取居民和访客对绿色空间各个维度(如可达性、绿化规模、景观设计、维护管理、配套设施等)的主观评价信息。

4.3 研究视角:地方与静态分析的研究范式

已有研究大多采用基于地方(Place-based)和静态分析的研究范式,未能很好地解决地理背景不确定性问题(Uncertain Geographic Context Problem, UGCoP)(Kwan, 2012)。具体而言,学者们往往通过对某个时间点的社区问卷调查数据的采集,探究以家为中心的居住社区绿化水平与个人心理健康之间的关联(邱婴芝等, 2019)。然而,城市居民日常活动的范围远远超出居住社区的边界,其在工作地点、休闲娱乐地点和日常出行过程中都有可能使用或者接触到绿色空间,倘若仅以居住社区作为地理背景单元估计绿化暴露对个体心理健康的影响,会导致模型分析结果与现实世界的偏差。

因此,未来有必要以人为本的视角,运用日重现法(Day Reconstruction Method, DRM)和生态瞬时评估(Ecological Momentary Assessment, EMA)等方法,获取居民日常生活中的时空活动轨迹、瞬时环境状况和情绪体验等信息,从而准确地测度居民在居住社区、工作地点和其余日常活动地的绿化暴露量对其心理健康的影响。具体而言,结合活动日志和日重现法,邀请受访对象填写在调查时点过去24 h内的情绪体验、心理状态和活动记录(包括活动地点、活动时间、活动同伴和活动内容),或者结合移动设备(如智能手机等)和可穿戴传感器(如皮电传感器和脑电传感器等),运用生态瞬时评估法实时评估受访对象的情绪体验和心理状态(Jones et al., 2015)。相较于传统的居民问卷调查,日重现法和生态瞬时评估法不仅能够更准确地核算受访者在日常活动中的绿化暴露量,解决地理背景的不确定性问题,还能更准确地评估受访者的情感体验和心理状态,揭示绿色空间与心理健康结局的“剂量-反应”关系。

4.4 研究方法:居住自选择问题及非线性关系

前人在开展绿化暴露与心理健康关联研究时,往往基于某个时间点采集的横截面调查数据,估计居住社区的绿化水平与个体心理健康之间的关系,

忽视了绿色空间与居民心理健康关系议题中的居住自选择问题 (Liu et al., 2019b; 李春江 等, 2019; 吴蓉 等, 2021b)。例如, 运动爱好者拥有较好的心理健康状况, 更倾向于在公园绿地周边居住。倘若回归模型没有控制与运动偏好相关的混淆变量, 可能会高估社区绿化水平与心理健康之间的关联。又如, 家境较好的人心理健康状况往往更佳, 他们对居住社区的绿化水平也有更高的要求, 忽略家境因素可能会导致社区绿化水平与心理健康的关联被高估。

此外, 绿化暴露量与个体心理健康水平的复杂非线性关系尚未明晰。既有研究大多基于线性回归模型或广义线性回归模型, 揭示城市居民的绿化暴露量与心理健康水平的线性关系。然而, 在现实生活中, 绿化暴露量和心理健康的关系可能是非线性的 (如倒“U”型关系), 或者绿化暴露对心理健康的增进效果存在阈值效应 (如累积的绿化暴露量达到一定的程度, 对人们心理健康的增益效果才能显现) (林杰 等, 2017)。

为了全面或者部分解决居住自选择问题, 可运用环境心理学实验和计量经济学工具 (如准实验和倾向得分匹配) 准确估计绿化暴露的心理健康效应。环境心理学实验的一般做法是, 邀请志愿者佩戴可穿戴传感器, 观看多组自然场景或城市场景视频, 或者在真实的绿色空间或城市空间中行走, 从而评估不同的绿化暴露量对志愿者心理状态的影响。该方法能控制实验条件和实验对象, 从而尽可能排除外部因素的影响。准实验是指由于某些并非为了试验目的而发生的外部突发事件 (如针对某些社区的拆迁安置项目), 使原先居住在同个社区的受访者被随机地分到了绿化状况不同的社区, 从而规避了居住自选择的可能性。倘若受访者并不是随机地被分配在不同的社区, 其对社区的选择受付租能力和居住偏好等因素的影响, 可运用倾向得分匹配技术部分解决居住自选择问题。倾向得分匹配技术可以在控制组 (如绿化率较低的社区) 中寻找与实验组 (如绿化率较高的社区) 特征相似的受访者进行匹配, 从而用控制组受访者的结果来估计实验组受访者的反事实结果, 最后推断出实验组的平均干预效应 (即绿化率提升对心理健康的增益效果)。此外, 可以结合日益成熟的非参数模型和机器学习方法 (如GBDT、XGBoost等), 运用复杂非线性的分析范式揭示绿化暴露量与居民心理健康水平的数量关系, 计算绿化暴露量的提升对增进居民

心理健康水平的边际效益, 从而为城市绿色空间优化策略的制定提供更具针对性和科学性的循证依据。

参考文献 (References):

- Berkman L F, Glass T, Brissette, and Seeman T E. 2000. From Social Integration to Health: Durkheim in the New Millennium. *Social Science & Medicine*, 51(6): 843-857.
- Bowler D E, Buyung-ali L, Knight T M, and Pullin A S. 2010. Urban Greening to Cool Towns and Cities: A Systematic Review of the Empirical Evidence. *Landscape and Urban Planning*, 97(3): 147-155.
- Brindley P, Cameron R W, Ersoy E, Jorgensen A, and Maheswaran R. 2019. Is More Always Better? Exploring Field Survey and Social Media Indicators of Quality of Urban Greenspace, in Relation to Health. *Urban Forestry & Urban Greening*, 39: 45-54.
- Browning M H, and Locke D H. 2020. The Greenspace-Academic Performance Link Varies by Remote Sensing Measure and Urbanicity around Maryland Public Schools. *Landscape and Urban Planning*, 195: 103706.
- Calogiuri G, and Chroni S. 2014. The Impact of the Natural Environment on the Promotion of Active Living: An Integrative Systematic Review. *Biomed Central*, 14(1): 873.
- 曹晨, 甄峰, 姜玉培. 2021. 邻里环境感知与个体健康对通勤模式选择的影响研究——以南京市为例. *地理研究*, 40 (10): 2823-2837. [Cao Chen, Zhen Feng, and Jiang Yupei. 2021. The Influence of Neighborhood Environmental Perception and Individual Health on Commuting Mode Choice: A Case Study of Nanjing City, China. *Geographical Research*, 40(10): 2823-2837.]
- 陈康林, 龚建周, 刘彦随, 陈晓越. 2016. 近35a来广州城市绿色空间及破碎化时空分异. *自然资源学报*, 31 (7): 1100-1113. [Chen Kanglin, Gong Jianzhou, Liu Yansui, and Chen Xiaoyue. 2016. The Spatial-Temporal Differentiation of Green Space and Its Fragmentation during the Past Thirty-Five Years in Guangzhou. *Journal of Natural Resources*, 31(7): 1100-1113.]
- 成超男, 胡杨, 赵鸣. 2020. 城市绿色空间格局时空演变及其生态系统服务评价的研究进展与展望. *地理科学进展*, 39 (10): 1770-1782. [Cheng Chaonan, Hu Yang, and Zhao Ming. 2020. Progress and Prospect of the Spatiotemporal Change and Ecosystem Services Evaluation of Urban Green Space Pattern. *Progress in Geography*, 39(10): 1770-1782.]
- 成都市人民政府. 2021. 成都市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要. (2021-03-29) [2021-11-03]. https://www.chengdu.gov.cn/chengdu/c147312/2021-04/25/content_a1392890ad0e411a860d0439a5077e5d.shtml. [Chengdu Municipal People's Government. 2021. Chengdu's Outline of the

- 14th Five-Year Plan for National Economic and Social Development and the Long-Range Objectives Through the Year 2035. (2021-03-29) [2021-11-03]. https://www.chengdu.gov.cn/chengdu/c147312/2021-04/25/content_a1392890ad0e411a860d0439a5077e5d.shtml.]
- Cianconi P. 2020. The Impact of Climate Change on Mental Health: A Systematic Descriptive Review. *Frontiers in Psychiatry*, 11: 74.
- Cohen M, Baudoin R, Palibrk M, Persyn N, and Rhein C. 2012. Urban Biodiversity and Social Inequalities in Built-up Cities. *Landscape and Urban Planning*, 106(3): 277-287.
- 戴颖宜, 朱战强, 周素红. 2019. 绿色空间对休闲性体力活动影响的社区分异——以广州市为例. 热带地理, 39 (2): 237-246. [Dai Yingyi, Zhu Zhanqiang, and Zhou Suhong. 2019. The Effects of Green Space on Leisure Time Physical Activities from the Perspective of Community Differentiation: A Case Study of Guangzhou, China. *Tropical Geography*, 39(2): 237-246.]
- Deng Li, Luo Hao, Ma Jun, Huang Zhuo, Sun Lingxia, Jiang Mingyan, Zhu Chunyan, and Li Xi. 2020. Effects of Integration between Visual Stimuli and Auditory Stimuli on Restorative Potential and Aesthetic Preference in Urban Green Spaces. *Urban Forestry & Urban Greening*, 53: 126702.]
- Feng X, and Astell-burt T. 2017. Residential Green Space Quantity and Quality and Child Well-Being: A Longitudinal Study. *American Journal of Preventive Medicine*, 53(5): 616-624.
- 傅小兰, 张侃, 陈雪峰, 陈祉妍. 2019. 中国国民心理健康发展报告 (2017—2018). 北京: 社会科学文献出版社. [Fu Xiaolan, Zhang Kan, Chen Xuefeng, and Chen Zhiyan. 2019. *Report on National Mental Health Development in China (2017-2018)*. Beijing: Social Science Academic Press(China).]
- Gascon M, Triguero-mas M, Martínez D, Dadvand P, Fornis J, Plasencia A, and Nieuwenhuijsen M. 2015. Mental Health Benefits of Long-Term Exposure to Residential Green and Blue Spaces: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(4): 4354-4379.
- Gidlof-gunnarsson A A, and Ohrstrom E. 2007. Noise and Well-Being in Urban Residential Environments: The Potential Role of Perceived Availability to Nearby Green Areas. *Landscape and Urban Planning*, 83(2): 115-126.
- Gidlow C J, Ellis N J, and Bostock S. 2012. Development of the Neighbourhood Green Space Tool (NGST). *Landscape and Urban Planning*, 106(4): 347-358.
- Giles-Corti B, Broomhall M H, Knuiman M, Collins C, Douglas K, Ng K, Lange A, and Donovan R J. 2005. Increasing Walking: How Important is Distanceto, Attractiveness, and Size of Public Open Space?. *American Journal of Preventive Medicine*, 28(2): 169-176.
- Girma Y, Terefe H, Pauleit S, and Kindu M. 2019. Urban Green Spaces Supply in Rapidly Urbanizing Countries: The Case of Sebeta Town, Ethiopia. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 13: 138-149.
- 顾仲阳. 2015. 我国生态状况仍不容乐观. (2015-06-04) [2021-11-13]. <http://politics.people.com.cn/n/2015/0604/c1001-27100541.html>. [Gu Zhongyang. 2015. The Ecological Situation in China is Still not Optimistic. (2015-06-04) [2021-11-13]. <http://politics.people.com.cn/n/2015/0604/c1001-27100541.html>.]
- Haaland C, and Bosch C K V D. 2015. Challenges and Strategies for Urban Green-Space Planning in Cities Undergoing Densification: A Review. *Urban Forestry & Urban Greening*, 14(4): 760-771.
- Hansmann R, Hug S, and Seeland K. 2007. Restoration and Stress Relief through Physical Activities in Forests and Parks. *Urban Forestry & Urban Greening*, 6(4): 213-225.
- 浩飞龙, 张浩然, 王士君. 2021. 基于多交通模式的长春市公园绿地空间可达性研究. 地理科学, 41 (4): 695-704. [Hao Feilong, Zhang Haoran, and Wang Shijun. 2021. Spatial Accessibility of Urban Green Space in Central Area of Changchun: An Analysis Based on the Multi-trip Model. *Scientia Geographica Sinica*, 41(4): 695-704.]
- Hartig T, Mitchell R, Vries S D, and Frumkin H. 2014. Nature and Health. *Annual Review of Public Health*, 35(1): 207-228.
- Hawe P, and Shiell A. 2000. Social Capital and Health Promotion: A Review. *Social Science & Medicine*, 51(6): 871-885.
- Holtan M T, Dieterlen S L, and Sullivan W C. 2015. Social Life Under Cover. *Environment and Behavior*, 47(5): 502-525.
- 黄柏石, 刘晔, 潘泽瀚. 2021. 中国城镇化对老年人健康的影响——基于全国2805个县区的实证分析. 热带地理, 41 (5): 906-917. [Huang Baishi, Liu Ye, and Pan Zehan. 2021. The Effects of Urbanization on Older Adults' Health: Evidence from 2, 805 Counties in China. *Tropical Geography*, 41(5): 906-917.]
- 黄雯雯, 林广思. 2021. 城市绿地健康影响机制的理论和实证研究综述. 西部人居环境学刊, 36 (2): 1-10. [Huang Wenwen, and Lin Guangsi. 2021. The Mechanism of Urban Green Space Affecting Public Health and Its Emotional Progress. *Journal of Human Settlements in West China*, 36(2): 1-10.]
- Huang Y, Wang Y, Wang H, Liu Z, Yu X, Yan J, Yu Y, Kou C, Xu X, Lu J, Wang Z, He S, Xu Y, He Y, Li T, Guo W, Tian H, Xu G, Xu X, Ma Y, Wang L, Yan Y, Wang B, Xiao S, Zhou L, Li L, Tan L, Zhang T, Ma C, Li Q, Ding H, Geng H, Jia F, Shi J, Wang S, Zhang N, Du X, Du X, and Wu Y. 2019. Prevalence of Mental Disorders in China: A Cross-Sectional Epidemiological Study. *The Lancet Psychiatry*, 6(3): 211-224.
- James P, Hart J E, Banay R F, and Laden F. 2016. Exposure to Greenness and Mortality in a Nationwide Prospective Cohort Study of Women. *Environmental Health Perspectives*, 124(9): 1344-1352.
- Jones S A, Moore L V, Moore K, Zagorski M, Brines S J, Roux A V D,

- and Evenson K R. 2015. Disparities in Physical Activity Resource Availability in Six US Regions. *Preventive Medicine*, 78: 17-22.
- Kaplan S. 1995. The Restorative Benefits of Nature: Toward an Integrative Framework. *Journal of Environmental Psychology*, 15 (3): 169-182.
- Kemperman A, and Timmermans H. 2014. Green Spaces in the Direct Living Environment and Social Contacts of the Aging Population. *Landscape and Urban Planning*, 129: 44-54.
- Kwan M. 2012. The Uncertain Geographic Context Problem. *Annals of the Association of American Geographers*, 102(5): 958-968.
- Lachowycz K, and Jones A P. 2013. Towards a Better Understanding of the Relationship between Greenspace and Health: Development of a Theoretical Framework. *Landscape and Urban Planning*, 118: 62-69.
- 李博, 宋云, 俞孔坚. 2008. 城市公园绿地规划中的可达性指标评价方法. 北京大学学报 (自然科学版), (4): 618-624. [Li Bo, Song Yun, and Yu Kongjian. 2008. Evaluation Method for Measurement of Accessibility in Urban Public Green Space Planning. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis*, (4): 618-624.]
- 李畅. 2021. 环境流行病学视角下城市绿地空间的健康效应研究. 风景园林, 28 (8): 94-99. [Li Chang. 2021. Research on the Health Effects of Urban Green Space From the Perspective of Environmental Epidemiology. *Landscape Architecture*, 28(8): 94-99.]
- 李春江, 马静, 柴彦威, 关美宝. 2019. 居住区环境与噪音污染对居民心理健康的影响——以北京为例. 地理科学进展, 38 (7): 1103-1110. [Li Chunjiang, Ma Jing, Chai Yanwei, and Kwan Meipo. 2019. Influence of Neighborhood Environment and Noise Pollution on Residents' Mental Health in Beijing. *Progress in Geography*, 38(7): 1103-1110.]
- Li D, Deal B, Zhou X, Slavenas M, and Sullivan W C. 2018. Moving beyond the Neighborhood: Daily Exposure to Nature and Adolescents' Mood. *Landscape and Urban Planning*, 173: 33-43.
- 李双金, 马爽, 张淼, 龙瀛. 2018. 基于多源新数据的城市绿地多尺度评价——针对中国主要城市的探索. 风景园林, 25 (8): 12-17. [Li Shuangjin, Ma Shuang, Zhang Miao, and Long Ying. 2018. Multi-Scale Evaluation of Urban Green Space Based on Multi-Source New Data: Exploration of Main Cities in China. *Landscape Architecture*, 25(8): 12-17.]
- 李智轩, 何仲禹, 张一鸣, 金霜霜, 王雪梅, 朱捷, 刘师岑. 2020. 绿色环境暴露对居民心理健康的影响研究——以南京为例. 地理科学进展, 39 (5): 779-791. [Li Zhixuan, He Zhongyu, Zhang Yiming, Jin Shuangshuang, Wang Xuemei, Zhu Jie, and Liu Shicen. 2020. Impact of Greenspace Exposure on Residents' Mental Health: A Case Study of Nanjing City. *Progress in Geography*, 39(5): 779-791.]
- 林杰, 孙斌栋. 2017. 建成环境对城市居民主观幸福感的影响——来自中国劳动力动态调查的证据. 城市发展研究, 24 (12): 69-75. [Lin Jie, and Sun Bingdong. 2017. Impact of Built Environment on Urban Residents' Subjective Well-Being: Evidence From the China Labor-Force Dynamics Survey. *Urban Development Studies*, 24(12): 69-75.]
- 刘大鹏, 马斌, 王悦. 2021. 工业城市防护绿色空间布局适宜性评价——以内蒙古包头市为例. 自然资源学报, 36 (2): 420-434. [Liu Dapen, Ma Bin, and Wang Yue. 2021. Evaluation of the Suitability of Urban Protective Green Space Layout in Industrial Cities: A Case Study of Baotou City, Inner Mongolia. *Journal of Natural Resources*, 36(2): 420-434.]
- Liu H, Nong H, Ren H, and Liu K. 2022. The Effect of Nature Exposure, Nature Connectedness on Mental Well-Being and Ill-Being in a General Chinese Population. *Landscape and Urban Planning*, 222: 104397.
- Liu Y, Wang R, Grekousis G, Liu Y, Yuan Y, and Li Z. 2019a. Neighbourhood Greenness and Mental Wellbeing in Guangzhou, China: What are the Pathways?. *Landscape and Urban Planning*, 190: 103602.
- Liu Y, Wang R, Xiao Y, Huang B, Chen H, and Li Z. 2019b. Exploring the Linkage Between Greenness Exposure and Depression Among Chinese People. *Health & Place*, 58: 102168.
- 刘晔, 肖童, 刘于琪, 邱婴芝, 刘义, 李志刚. 2020. 城市建成环境对广州市居民幸福感的影响. 地理科学进展, 39 (8): 1270-1282. [Liu Ye, Xiao Tong, Liu Yuqi, Qiu Yingzhi, Liu Yi, and Li Zhigang. 2020. Impacts of Urban Built Environments on Residents' Subjective Well-Being: An Analysis Based on 15-Minute Walking Distance. *Progress in Geography*, 39(8): 1270-1282.]
- Lovell S T, and Taylor J R. 2013. Supplying Urban Ecosystem Services through Multifunctional Green Infrastructure in the United States. *Landscape Ecology*, 28(8): 1447-1463.
- Löhmus M, and Balbus J. 2015. Making Green Infrastructure Healthier Infrastructure. *Infection Ecology & Epidemiology*, 5(1): 30082.
- Lu Y. 2019. Using Google Street View to Investigate the Association between Street Greenery and Physical Activity. *Landscape and Urban Planning*, 191: 103435.
- Ma B, Hauer R, Xu C, and Li W. 2021. Visualizing Evaluation Model of Human Perceptions and Characteristic Indicators of Landscape Visual Quality in Urban Green Spaces by Using Nomograms. *Urban Forestry & Urban Greening*, 65: 127314.]
- Markevych I, Schoierer J, Hartig T, Chudnovsky A, Hystad P, Dzhambov A M, Vries S D, Triguero-mas M, Brauer M, Nieuwenhuijsen M J, Lupp G, Richardson E A, Astell-burt T, Dimitrova D, Feng X, Sadeh M, Standl M, Heinrich J, and Fuertes E. 2017. Exploring Pathways Linking Greenspace to

- Health: Theoretical and Methodological Guidance. *Environmental Research*, 158: 301-317.
- Mcewan K, Ferguson F J, Richardson M, and Cameron R. 2020. The Good Things in Urban Nature: A Thematic Framework for Optimising Urban Planning for Nature Connectedness. *Landscape and Urban Planning*, 194(C): 1949.
- Mitchell R. 2013. Is Physical Activity in Natural Environments Better for Mental Health Than Physical Activity in Other Environments?. *Social Science & Medicine*, 91: 130-134.
- Pugh T A M, Mackenzie A R, Whyatt J D, and Hewitt C N. 2012. Effectiveness of Green Infrastructure for Improvement of Air Quality in Urban Street Canyons. *Environmental Science & Technology*, 46(14): 7692-7699.
- Qin B, Zhu W, Wang J, and Peng Y. 2021. Understanding the Relationship between Neighbourhood Green Space and Mental Wellbeing. *Cities*, 109: 103039.
- 邱婴芝, 陈宏胜, 李志刚, 王若宇, 刘晔, 覃小菲. 2019. 基于邻里效应视角的城市居民心理健康影响因素研究——以广州市为例. *地理科学进展*, 38 (2): 283-295. [Qiu Yingzhi, Chen Hongsheng, Li Zhigang, Wang Ruoyu, Liu Ye, and Qin Xiaofei. 2019. Exploring Neighborhood Environmental Effects on Mental Health: A Case Study in Guangzhou, China. *Progress in Geography*, 38(2): 283-295.]
- Rigolon A, Browning M H E, McAnirlin O, and Yoon H V. 2021. Green Space and Health Equity: A Systematic Review on the Potential of Green Space to Reduce Health Disparities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(5): 2563.
- Sampson R J, Morenoff J D, and Gannon-Rowley T. 2002. Assessing "Neighborhood Effects": Social Processes and New Directions in Research. *Annual Review of Sociology*, 28: 443-478.
- Sarkar C, Webster C, Pryor M, Tang D, Melbourne S, Zhang X, and Liu J. 2015. Exploring Associations between Urban Green, Street Design and Walking: Results From the Greater London Boroughs. *Landscape and Urban Planning*, 143: 112-125.
- Shanahan D F, Franco L, Lin B B, Gaston K J, and Fuller R A. 2016. The Benefits of Natural Environments for Physical Activity. *Sports Medicine*, 46(7): 989-995.
- 屠星月, 黄甘霖, 邬建国. 2019. 城市绿地可达性和居民福祉关系研究综述. *生态学报*, 39 (2): 421-431. [Tu Xingyue, Huang Ganlin, and Wu Jianguo. 2019. Review of the Relationship Between Urban Greenspace Accessibility and Human Well-Being. *Acta Ecologica Sinica*, 39(2): 421-431.]
- Tzivian L, Winkler A, Dlugaj M, Schikowski T, Vossoughi M, Fuks K, Weinmayr G, and Hoffmann B. 2015. Effect of Long-Term Outdoor Air Pollution and Noise on Cognitive and Psychological Functions in Adults. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 218(1): 1-11.
- Ulrich R S. 1983. Aesthetic and Affective Response to Natural Environment. In: Altman I, and Wohlwill J F. *Behavior and the Natural Environment*. New York: Springer US, 85-125.
- Kang Y, Zhang F, Gao S, Lin H, and Liu Y. 2020. A Review of Urban Physical Environment Sensing Using Street View Imagery in Public Health Studies. *Annals of GIS*, 26(3): 261-275.]
- Ulrich R S, Simons R F, Losito B D, Fiorito E, Miles M A, and Zelson M. 1991. Stress Recovery during Exposure to Natural and Urban Environments. *Journal of Environmental Psychology*, 11(3): 201-230.
- Velarde M, Fry G, and Tveit M. 2007. Health Effects of Viewing Landscapes: Landscape Types in Environmental Psychology. *Urban Forestry & Urban Greening*, 6(4): 199-212.
- 王甫园, 王开泳, 陈田, 李萍. 2017. 城市生态空间研究进展与展望. *地理科学进展*, 36 (2): 207-218. [Wang Fuyuan, Wang Kaiyong, Chen Tian, and Li Ping. 2017. Progress and Prospect of Research on Urban Ecological Space. *Progress in Geography*, 36 (2): 207-218.]
- Wang R, Helbich M, Yao Y, Zhang J, Liu P, Yuan Y, and Liu Y. 2019a. Urban Greenery and Mental Wellbeing. *Environmental Research*, 176: 108535.
- Wang R, Zhao J, Meitner M J, Hu Y, and Xu X. 2019b. Characteristics of Urban Green Spaces in Relation to Aesthetic Preference and Stress Recovery. *Urban Forestry & Urban Greening*, 41: 6-13.
- 魏冶, 修春亮, 高瑞, 王绮. 2014. 基于高斯两步移动搜索法的沈阳市绿地可达性评价. *地理科学进展*, 33 (4): 479-487. [Wei Ye, Xiu Chunliang, Gao Rui, and Wang Qi. 2014. Evaluation of Green Space Accessibility of Shenyang Using Gaussian Based 2-step Floating Catchment Area Method. *Progress in Geography*, 33 (4): 479-487.]
- WHO. 2017. Depression and Other Common Mental Disorders. (2017-01-03) [2021-11-01]. <https://www.who.int/publications/i/item/depression-global-health-estimates>.
- 吴蓉, 潘卓林, 李志刚, 刘晔, 刘于琪. 2021a. 城市绿地对居民地方依恋的影响研究. *地理科学进展*, 40 (3): 441-456. [Wu Rong, Pan Zhuolin, Li Zhigang, Liu Ye, and Liu Yuqi. 2021a. Effect of Green Space on Residents' Place Attachment: A Case Study of Guangzhou City. *Progress in Geography*, 40(3): 441-456.]
- 吴蓉, 潘卓林, 刘晔, 李志刚. 2021b. 城市街景绿地对居民心理健康的影响——以广州为例. *地理研究*, 40 (8): 2272-2291. [Wu Rong, Pan Zhuolin, Liu Ye, and Li Zhigang. 2021b. The Effect of Streetscape Greenery on Residents' Mental Health: A Case Study of Guangzhou. *Geographical Research*, 40(8): 2272-2291.]
- Wu W, Dong G, Sun Y, and Yun Y. 2020. Contextualized Effects of

- Park Access and Usage on Residential Satisfaction: A Spatial Approach. *Land Use Policy*, 94: 104532.
- 肖华斌, 袁奇峰, 徐会军. 2009. 基于可达性和服务面积的公园绿地空间分布研究. *规划师*, 25 (2): 83-88. [Xiao Huabin, Yuan Qifeng, and Xu Huijun. 2009. Green Space Distribution Based on Accessibility and Serving Area. *Planners*, 25(2): 83-88.]
- 肖华斌, 何心雨, 王玥, 王洁宁, 姜芊孜. 2021. 城市绿地与居民健康福祉相关性研究进展——基于生态系统服务供需匹配视角. *生态学报*, 41 (12): 5045-5053. [Xiao Huabin, He Xinyu, Wang Yue, Wang Jiening, and Jiang Qianzi. 2021. Research Progress on the Correlation between Urban Green Space and Residents' Physical and Mental Well-being from A Perspective of Matching Ecosystem Services Supply and Demand. *Acta Ecologica Sinica*, 41(12): 5045-5053.]
- Xiao Y, Wang D, and Fang J. 2019. Exploring the Disparities in Park Access Through Mobile Phone Data. *Landscape and Urban Planning*, 181: 80-91.
- 许燕婷, 冯建喜, 陈曦. 2021. 交通性体力活动与空气污染暴露交互作用下的健康综合效应评价——以南京市为例. *地理研究*, 40 (7): 1963-1977. [Xu Yanting, Feng Jianxi, and Chen Xi. 2021. Evaluation of the Health Effects Under the Interaction of Traffic Physical Activity and Air Pollution Exposure: A Case Study in Nanjing. *Geographical Research*, 40(7): 1963-1977.]
- Yang Y, He D, Gou Z, Wang R, Liu Y, and Lu Y. 2019. Association Between Street Greenery and Walking Behavior in Older Adults in Hong Kong. *Sustainable Cities and Society*, 51: 101747.
- 姚亚男, 李树华. 2018. 基于公共健康的城市绿色空间相关研究现状. *中国园林*, 34 (1): 118-124. [Yao Yanan, and Li Shuhua. 2018. Review on Research of Urban Green Space Based on Public Health. *Chinese Landscape Architecture*, 34(1): 118-124.]
- Ye Y, Richards D, Lu Y, Song X, Zhuang Y, Zeng W, and Zhong T. 2019. Measuring Daily Accessed Street Greenery: A Human-Scale Approach for Informing Better Urban Planning Practices. *Landscape and Urban Planning*, 191: 103434.
- 袁媛, 林静, 谢磊. 2018. 近15年来国外居民健康的邻里影响研究进展——基于CiteSpace软件的可视化分析. *热带地理*, 38 (3): 440-450. [Yuan Yuan, Lin Jing, and Xie Lei. 2018. Review of the Research in Foreign Countries in the Past 15 Years about Neighborhood Effects on Residents' Health: A Visualized Analysis Based on CiteSpace Software. *Tropical Geography*, 38 (3): 440-450.]
- Zhang J, Yu Z, Cheng Y, Chen C, Wan Y, Zhao B, and Vejre H. 2020. Evaluating the Disparities in Urban Green Space Provision in Communities with Diverse Built Environments. *Building and Environment*, 183: 107170.
- 张金良. 2003. 环境流行病学: 多学科交叉多层次研究. *中华流行病学杂志*, (10): 8-10. [Zhang Jinliang. 2003. Environmental Epidemiology: Multidisciplinary and Multilevel Research. *Chinese Journal of Epidemiology*, (10): 8-10.]
- 张丽娜, 陈仁杰, 孟夏, 阚海东. 2021. 绿地空间暴露与人群健康效应的研究进展. *环境与职业医学*, 38 (2): 175-182. [Zhang Lina, Chen Renjie, Meng Xia, and Kan Haidong. 2021. Research Progress on Exposure and Health Effects of Green Space. *Journal of Environmental and Occupational Medicine*, 38(2):175-182.]
- 张冉, 舒平. 2020. 基于休闲性体力活动的城市绿色空间研究综述. *风景园林*, 27 (4): 106-113. [Zhang Ran, and Shu Ping. 2020. Review of Urban Green Space Researches Based on Leisure Time Physical Activities. *Landscape Architecture*, 27(4): 106-113.]
- 周廷刚, 郭达志. 2004. 基于GIS的城市绿地景观引力场研究——以宁波市为例. *生态学报*, 24 (6): 1157-1163. [Zhou Tinggang, and Guo Dazhi. 2004. GIS-Based Researches on Urban Green Space on Landscape Gravity Field with Ningbo city As An Example. *Acta Ecologica Sinica*, 24(6):1157-1163.]

作者贡献声明:

刘 晔:概念构思、论文写作、组织讨论、基金支持;
何嘉锐、王若宇:论文写作;
李志刚:概念构思、组织讨论。

The Impact of Urban Green Space on Mental Wellbeing: Research Progress and Recommendations

Liu Ye^{1,2,3}, He Jiarui^{1,2,3,4}, Wang Ruoyu⁵, and Li Zhigang⁶

[1. School of Geography and Planning, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510006, China; 2. Guangdong Key Laboratory for Urbanization and Geo-Simulation, Guangzhou 510006, China; 3. Guangdong Public Safety and Disaster Engineering and Technology Research Center, Guangzhou 510006; 4. Shenzhen Foreign Languages School (Boya High School), Shenzhen 518106, China; 5. Institute of Geography, School of GeoSciences, University of Edinburgh, Edinburgh, UK; 6. School of Urban Design, Wuhan University, Wuhan 430072, China]

Abstract: The provision of a high-quality ecological environment is essential for the quality of life of residents. As an important component of the urban ecological environment, the relationship between urban green spaces and public health requires further investigation. This paper provides a comprehensive review of the Chinese and international literature on how urban green spaces affect mental well-being. First, it introduces different approaches of measuring the use of and exposure to urban green spaces. The most commonly used indicators for measuring the use and exposure to urban green spaces include Surrounding Greenness, Access to Green Spaces, Green Viewing Rate and Green Space Quality and Usage Satisfaction. The main advantages of Surrounding Greenness are wide spatial coverage, long timespan, and low cost; however, the accuracy of measuring exposure is relatively low. Researchers have extensively used access to green spaces. Because the bird's-eye perspective cannot fully reflect resident perceptions of park green spaces, scholars have used the green view ratio, which has the advantages of wide coverage, low cost, easy access, and small data deviation. Greenspace quality and usage satisfaction are also important measurement indicators, and their main advantages are low operational difficulty and the ability to reflect residents' subjective evaluations more accurately. It then elucidates the "environmental stress reduction-restoration-institution" mechanisms underlying the effect of urban green spaces on mental well-being. Specifically, urban green spaces can affect the mental health of residents by reducing the harm arising from heat and pollution, restoring capacity, and building capacity. Green spaces alleviate environmental pressure by purifying air, reducing noise, and alleviating the heat island effect, thereby promoting residents' mental well-being. People can alleviate their psychological stress and restore their ability to control attention by viewing green spaces, thereby protecting their mental health and providing a favorable and convenient venue for residents to conduct physical activities and socialize with their neighbors, which is beneficial to their mental wellbeing. Subsequently, it illustrates the moderating effect of opportunities to use urban green spaces, motivation to use urban green spaces, and ease of using urban green spaces on mental wellbeing from a "socio-ecological" perspective. Finally, it indicates that the current body of literature has several limitations and that future research agendas should be centered on research content, data, perspectives, and methods. Specifically, (1) for research content, the effect of green spaces on the mental well-being of different social and cultural groups is poorly understood. Therefore, it is necessary to strengthen the analysis of the sociocultural mechanism of the effect of urban green spaces to enrich the existing research framework. (2) Most previous studies used one method to measure the level of greenspace exposure or usage. It is advisable to use a variety of methods to measure the level of greenspace exposure or usage both subjectively and objectively. (3) From a research perspective, most previous studies have used a research paradigm based on local and static analysis, failing to solve the Uncertain Geographic Context Problem (UGCoP). Therefore, it is necessary to adopt a human-centered perspective and accurately measure the impact of green space exposure on residents' mental well-being in their residential neighborhoods, workplaces, and other activity spaces. (4) Researchers need to solve the problem of residential self-selection when investigating the effect of urban green spaces on mental well-being and explore nonlinear complex relationships using advanced methods such as machine learning.

Keywords: urban green space; mental well-being; environmental stress; socio-ecology; mechanism; research progress