

呼吸道传染病背景下的绿色空间暴露研究进展

Research Progress of Green Space Exposure in the Context of Respiratory Infectious Diseases

黄子明 戴 菲 毕世波 陈 明*
HUANG Ziming DAI Fei BI Shibo CHEN Ming*

(华中科技大学建筑与城市规划学院, 武汉 430074)
(School of Architecture and Urban Planning, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, Hubei, China, 430074)

文章编号: 1000-0283(2023)04-0068-08
DOI: 10. 12193 / j. laing. 2023. 04. 0068. 009
中图分类号: TU986
文献标志码: A
收稿日期: 2022-09-18
修回日期: 2022-12-08

摘 要
绿色空间与公共卫生存在着潜在关联。基于 CNKI 和 Web of Science (Wos) 核心数据库, 以呼吸道传染病与绿色空间暴露的既有文献为研究对象, 探究针对呼吸道传染病的绿色空间暴露的主要研究内容。发现 : (1) 多数研究显示绿色空间暴露与呼吸道传染病的患病率呈负相关, 但部分研究显示两者呈正相关或不相关。(2) 绿色空间对呼吸道传染病防治的作用途径, 体现在降低人体在环境中的有害暴露、引导健康防疫行为的积极方面, 和促进人群接触加快疾病蔓延的消极方面。(3) 国内外学者主要针对环境正义、政策管理、设计应用、学科发展 4 个方面提出了绿色空间的相关优化策略。最后针对目前研究的争议和难点, 提出研究展望, 旨在为风景园林、公共卫生等领域的研究提供依据和指导。

关键词
绿色空间暴露 ; 呼吸道传染病 ; 作用途径 ; 公共卫生 ; 研究进展

Abstract
There is a potential association between green space and public health. Based on the CNKI and Web of Science core databases, we investigated the primary studies on green space exposure for respiratory infectious diseases based on the existing literature on respiratory infectious diseases and green space exposure. The results showed that: (1) Most studies showed a negative correlation between green space exposure and the prevalence of respiratory infectious diseases, but some showed a positive or no correlation. (2) The pathways of green space for preventing and controlling respiratory infectious diseases are reflected in the positive aspects of reducing harmful human exposure in the environment and guiding healthy epidemic prevention behaviors and the negative aspects of promoting population exposure to accelerate the spread of diseases. (3) Domestic and foreign scholars, the optimization strategies related to green space mainly proposed four aspects: environmental justice, policy management, design application, and discipline development. Finally, research outlooks are proposed for the controversies and difficulties of current research, aiming to provide a basis and guidance for research in landscape architecture, public health, and other fields.

Keywords
green space exposure; respiratory infectious disease; pathways of action; public health; research progress

黄子明
1997 年生 / 男 / 湖北武汉人 / 硕士 / 研究方向为绿地系统规划

戴 菲
1974 年生 / 女 / 湖北武汉人 / 博士 / 教授 / 研究方向为城市绿色基础设施、绿地系统规划

陈 明
1991 年生 / 男 / 福建福州人 / 博士 / 讲师 / 研究方向为城市绿色基础设施

*通信作者 (Author for correspondence)
E-mail: 1551662341@qq.com

基金项目:
国家自然科学基金面上项目“消减空气颗粒物的城市灰绿空间‘源一流一汇’耦合模拟研究”(编号: 52178041)

的场所，在维持公共健康方面起着不可替代的重要作用，它能够通过促进心理恢复、生理改善和社会交往直接作用公共健康，也能通过促进城市物理环境的改善来间接作用公共健康^[1]。绿色空间暴露是指人体在特定时间能够通过视觉接触、无目的接触和参观接触与绿色空间中的化学、生物、物理因子相互接触并产生积极的交互作用，绿色空间的暴露水平能很大程度影响使用者的交互方式、强度以及时间，进而对人体健康产生不同程度的影响^[2]。既有的大量研究表明绿色空间暴露在多种慢性疾病或是抑郁症等心理疾病的防治过程中起到了积极正向的作用，且绿色空间暴露水平越高的地区慢性疾病患病的风险越低^[3]。

在非传染性呼吸道疾病方面，学者们认为绿色空间能通过缓解大气颗粒物污染以减少其对呼吸系统的危害，也能促进体力活动提升自身呼吸系统的机能^[4]，这对公众整体呼吸健康水平的提升有着积极意义。但2003年非典的暴发、2012年中东呼吸综合征的传播、2016年H7N9型禽流感的大流行，时刻警示着传染性呼吸道疾病依旧是不可忽视的公共卫生危机。2020年新冠肺炎疫情肆虐全球，有研究表明通过呼吸道感染新冠肺炎的概率约为接触感染的1 000倍^[5]，其强烈的传播性和变异性对公共健康构成了严重威胁，对此采取的一系列限制措施和其他因素对公众也产生了诸多负面影响。鉴于此，越来越多的学者也开始探讨绿色空间暴露在呼吸道感染防治方面发挥的作用，以期进一步提升公共健康和城市安全。宏观上，有学者认为通过对绿色空间的科学管控、科

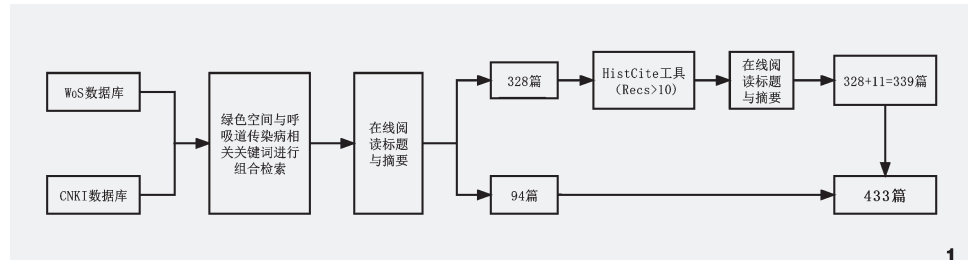


图1 文献获取路径
Fig. 1 Literature access path

普宣传等措施能提升城市应对重大公共卫生事件的能力^[6]；微观上，有研究证实社区内的绿色空间能使社区公共空间更具韧性，同时有益于居民的身心健康，使其更好地抵御呼吸道传染病^[7]。

尽管众多学者的研究都指出绿色空间暴露有助于呼吸道传染病的防治，但整体上研究方向多样，部分研究结论存在不一致性，也尚未有研究对该领域的研究内容进行系统性的总结。因此，文章以国内外绿色空间暴露与呼吸道传染病的相关文献为研究对象，梳理其主要研究热点，总结其主要研究内容与成果，以此为疫情常态化背景之下的绿色空间相关研究提供参考，为规划设计实践提供依据。

1 数据来源与基础数据分析

1.1 数据来源

截至2022年7月31日，对CNKI和WoS数据库中绿色空间暴露与呼吸道传染病相关的文献进行数据汇总。在CNKI数据库中，以“城市绿地、绿色空间、公园”与“呼吸道传染病、新冠肺炎、疫情、流感、肺结核”为主题词进行组合检索，通过手动筛选剔除新

闻、咨询等内容，最终获得有效文献94篇。相应地，在WoS核心合集数据库中，本文选取“Urban Green Spaces, Green Spaces, Parks”与“Respiratory Infectious Disease, New Crown Pneumonia, Epidemic, Influenza, Tuberculosis”为检索词进行组合检索，检索语言为英语，通过在线阅读文献标题与摘要、人工排除部分医学、生物学的异质性研究，初步获取328篇文献数据集。为了数据的全面准确性，基于该数据集，进一步通过HistCite工具的Recs[®]指标获取到11篇与本研究主题相关的被遗漏研究，将其补充后共得到了339篇英文文献（图1）。

1.2 基础数据分析

基于文献数量变化可见，公共卫生事件的发生是影响绿色空间暴露与呼吸道传染病相关研究的重要因素，也间接说明了两者间存在着紧密关系。2003年由于非典的爆发，国内学者率先开始相关研究，2020年新冠肺炎疫情全球大流行，国内外针对绿色空间暴露与呼吸道传染病的研究文献呈现出突增趋势，处于飞速发展状态，且发文数量均在2021年达到顶峰（图2），并预计会随着新冠疫情的常态化继续增长。

① Recs：该文章被当前文献数据集引用的频次，如数值前有绿色的“+”，则说明该文献未在当前数据集内。通过Recs排序和数值符号，结合人工筛选，可有效确定与主题相关的重要文献，补全数据集。

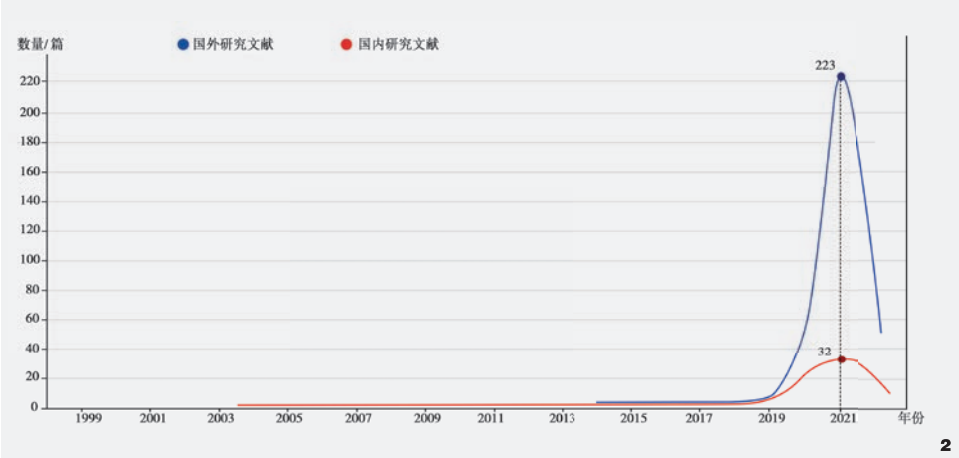


图2 文献发表年度趋势
Fig. 2 Annual trends in literature publication

2 绿色空间暴露与呼吸道传染病主要研究成果

与呼吸道传染病相关的绿色空间暴露研究涉及的领域较为广泛，研究的侧重点也有所不同，相关文献既有关于绿色空间暴露与呼吸道传染疾病死亡率和患病率之间关系的研究^[8]，也有针对呼吸道传染病流行期间绿色空间对公众身心健康与社会凝聚力的探讨^[9]，还有基于案例分析、公众行为调查或规划设计实践等不同的视角提出提升绿色空间优化建议的研究^[10-11]。而本文通过分析梳理，发现既有研究内容主要集中在三个方面：（1）绿色空间暴露水平与呼吸道传染病相关

性的定量分析；（2）绿色空间暴露对呼吸道传染病的作用途径；（3）呼吸道传染病流行期间的绿色空间优化策略。

2.1 绿色空间暴露水平与呼吸道传染病相关性的定量分析

2.1.1 绿色空间暴露水平与呼吸道传染病患病情况普遍呈负相关

诸多学者采用了不同的指标，从多尺度视角来探讨了绿色空间对呼吸道传染病防治产生的积极影响（表1），整体而言，绿色空间暴露水平越高，呼吸道传染病患病程度越低。这意味着绿色空间在不同尺度上均发

挥着对呼吸道传染病的防治作用。如在宏观城市尺度上，绿色空间能形成天然的物理屏障，减缓甚至阻断病毒的气溶胶传播；在中观街区尺度和微观个体尺度上，更高的暴露水平意味着更大的绿色空间面积、更高的可达性、更好的景观效果，更能提升居民进入绿色空间的活动频率与时间，提升其身心素质从而降低被病毒感染的可能性。大多数研究显示绿色空间的暴露水平与呼吸道传染病患病情况普遍呈负相关，但同时仍有部分研究结果存在着争议。

2.1.2 绿色空间暴露水平与呼吸道传染病相关性定量研究的争议分析

总的来看，上述量化研究的争议主要与研究涉及的绿色空间暴露水平测度方法、研究区的空间环境关系、呼吸道传染病研究对象的不同有关。

（1）不同绿色空间暴露水平的测度方法会导致研究结果的不一致。目前，国内外关于绿色空间暴露水平的方法大致可分为三类：可获得性、可达性以及可感知性^[18]。可获得性多用于宏观中观尺度的研究，主要由一定区域范围内绿色空间面积、数量或比例来衡量；可达性多用于中观尺度的研究，主要由居住地到达绿色空间的时间或距离来衡

表1 绿色空间暴露与呼吸道传染病患病的普遍研究情况
Tab. 1 General research situation of green space exposure and respiratory infectious diseases

作者 Author	研究尺度 Research scale	呼吸道传染病 Respiratory infectious diseases	绿色空间暴露水平指标 Green space exposure level indicator	重要结论 Important conclusions
Peng Wenjia等 ^[12]	城市尺度	新冠肺炎	归一化植被指数 (NDVI)	绿色空间有利于缓解新冠肺炎的传播
Ge Erjia等 ^[13]	城市尺度	结核病	归一化植被指数 (NDVI)	绿色空间有助于降低结核病的死亡率
Lingbo Liu等 ^[14]	城市尺度	结核病	绿色空间面积	绿色空间面积越大，结核病发病率越低
Ye Yang等 ^[15]	街区尺度	新冠肺炎	土地覆盖数据 (LUCC)	绿色空间越完整、尺度越大，越有利于降低感染风险
陈春等 ^[16]	街区尺度	流行性感冒	绿地可达性	居民到达绿色空间的距离越大，患上流感等疾病概率越大
Aigbavboa等 ^[17]	个体尺度	流行感冒	绿视率	视觉范围内的绿色空间能降低流感的患病率

量；可感知性多用于微观尺度的研究，多由个体对绿色空间的体验感以及某个地点的绿视率来衡量。因此，针对同一种呼吸道传染病的不同研究，可能因为采取的测量方法不同，或是同一种方法采取了不同的测度指标，导致结果出现差异。例如，同样来自美国宏观城市尺度的研究，Russette^[19]发现新冠肺炎死亡率与叶面积指数(LAI)呈负相关，但Klompaker^[20]发现新冠肺炎死亡率与NDVI无关。绿色空间暴露水平的指标选取一般会考虑研究的空间尺度，但在该条件一致的情况下，研究样本的数量或区域差异还可能是导致结论不一致的重要原因。

(2) 研究区空间环境的不同也会造成结果差异。来自英美的两个团队均以公园访问量作为指标，分别研究了本国内绿色空间暴露水平与新冠肺炎患病情况之间的关系，得出了不同的结论。前者发现公园访问量越高的地区，新冠肺炎的剩余病例率越低；后者的研究则表明公园的访问量与研究时段内新冠肺炎的患病增长率或随后几周的发病率没有关系^[21-22]。出现这种情况的原因可能是两国绿色空间覆盖率存在着一定的差异，即在各自的城市发展过程中，英国通过增设环形绿带来约束城市在郊区的无序蔓延，因此城市紧凑度较低，绿色空间覆盖率高且斑块相对零散；美国以牺牲绿色空间为代价促进郊区城市发展，因此城市紧凑度高，绿色空间覆盖率低且斑块相对集中^[23]。

(3) 不同呼吸道传染病的理化特性和传染机制之间的差异也会导致研究结果的不同。如新型冠状病毒不仅能通过患者的飞沫、呼出的气体近距离直接传播，还能通过飞沫沉积或混合在空气中进行接触传播^[24]，其传播程度和人群交往距离密切相关，从这方面看绿色空间能一定程度上控制社交距离，进而

减缓其传播。但绿色空间亦能加剧如手足口病等儿童常见的急性呼吸道传染病的传播^[25]，鉴于此类疾病的传播受气象条件影响较大，而更高的绿色空间水平会带来更高的空气湿度，从而加剧病毒的繁殖与传播。考虑到不同的呼吸道传染病甚至同种呼吸道传染病患病情况在不同地域和气象条件下存在明显差异，如肺结核和流行性脑脊髓膜炎病毒喜低温喜湿，在冬季或是纬度较高空气湿冷的东部地区传播蔓延较快^[26]。因此，绿色空间暴露水平与呼吸道传染病的精确关系需针对不同病毒类型，结合地域、气象条件等因素进一步研究和探讨。

2.2 绿色空间暴露对呼吸道传染病的作用途径

绿色空间暴露能够极大程度地影响各类呼吸疾病的患病情况，总体而言，其在大多数方面对呼吸道传染病的防治起到积极的作用，如减少了公众的有害暴露、引导了健康防疫行为；但在少数方面起到了消极作用，如加剧了人群流动与接触。

2.2.1 绿色空间减少公众在环境中的有害暴露

气候环境能对呼吸道传染病的传播和患病情况产生重要影响，绿色空间作为净化空气、降温增湿营造舒适小气候的重要空间类型，能通过减少公众在大气污染以及干热环境中的暴露，缓解疾病危害。

绿色空间能降低大气污染物以降低其在病毒传播过程中的中介作用。具体来说，大气污染物能通过抑制粘液纤毛清除，改变病毒受体或直接携带细菌等途径来加剧呼吸道传染病的传播^[27]。如SO₂和NO₂暴露对痢疾、肺结核、流行性腮腺炎的作用较为明显^[28-29]；PM_{2.5}、PM₁₀浓度与麻疹、水痘以及流感的发病率存在显著相关性^[30-31]；PM_{2.5}、NO₂、O₃暴

露与SARS-CoV-2感染呈正相关^[32]。绿色空间的规模和形态均能对大气污染物的消减产生显著影响，如绿化覆盖率从3.6%增加到8%，约减少2%的大气颗粒污染物^[33]，从而抑制呼吸道传染病传播。此外，Ayoub^[34]发现绿色空间暴露水平与SARS-CoV-2发病率呈负相关，并通过对患病样本的回归分析后认为绿色空间能够吸收颗粒物，清除SARS-CoV-2的部分传播媒介从而减少发病率。

其次，绿色空间也能通过改善温湿度来影响病毒的生存环境，高温低湿的环境有利于部分呼吸道传染病的传播。就温度而言，部分研究显示新冠肺炎、猩红热、百日咳的传播速度与当地的气温呈正相关^[35]。就湿度而言，中东呼吸综合征冠状病毒或流感型呼吸道传染病(如H1N1)更易在干燥季节爆发流行^[36]。在这种情况下，绿色空间能通过降温增湿来减少公众在干热环境中的有害暴露，进而达到部分阻碍呼吸道传染病传播的作用。

然而，绿色空间并不能总是通过减少公众在环境中的有害暴露进而缓解呼吸道传染病的患病情况，这可能与研究的区域环境有关。例如部分研究显示大气污染物与新冠肺炎的传播度、严重性、发病率和死亡率之间并不存在因果关系^[37]，或是和流感的患病情况成正相关^[38]。这可能是因为在该地区空气质量较好，气溶胶浓度较低，因此病毒主要在室内封闭环境中传播，通过大气污染物传播的可能性较小；或是大气污染物减小导致紫外线增强，损害人体免疫系统。因此在这类区域，绿色空间更可能通过提供良好的户外活动场所避免聚集，引导健康防疫行为来抑制呼吸道传染病的传播。

2.2.2 绿色空间引导健康防疫行为

在流行病期间，高质量的或更贴近荒野

自然的绿色空间类型更受公众青睐，他们能够通过促进体育锻炼和控制社交距离、引导口罩佩戴等健康行为增强公众免疫力、减小感染几率，减缓病毒传播。

良好的绿色空间组织能够更好地吸引公众进行体育活动，增强自身免疫力，降低病情传播的风险。此外，景观效果越好，植被类型越丰富的绿色空间对公众的吸引力越大，也更能够促进公众肺部毛细血管数量和呼吸肌群力量的增加，提高心理应激能力和抵抗呼吸系统疾病的能力^[39]。有学者发现新冠肺炎疫情期间公众在绿色空间中的活动行为明显增加，且在大尺度绿色空间中更偏向郊区荒野的绿色空间或森林，在中尺度的绿色空间中更偏向市中心的自然公园，在小尺度的绿色空间中更偏向绿化覆盖度高且分散的小径^[40-41]。这很大程度上是因为此类绿色空间能更好地避免城市内的高流通性的人群接触、控制社交距离、缓解拥挤的压力。其次，还有证据表明绿色空间舒适的小气候能减少口罩佩戴时的不适感，促进公众的口罩佩戴行为，从而也能够一定程度上减缓病毒的传播速度^[42]。

2.2.3 绿色空间加剧人群的流动接触进而加快疾病传播

日常生活中，绿色空间能吸引不同的人群进行娱乐休憩与交流，进而也加剧了人群聚集、流动、接触，加快了病毒传播。呼吸道传染病大流行对人们的生活方式有直接影响，室内公共场合的封锁带来了一系列紧张焦虑情绪，而此时室外绿色空间的重要社会功能得到了进一步突显。国内学者最早研究发现了“SARS”期间北京市公园访问量增长的事实，证实了公众在特殊时期对绿色空间的极大使用需求^[43]。

尽管有学者认为是否限制公众对绿色空间的使用与病毒扩散速度无明显关联^[44]，但考虑到呼吸道传染病的传播途径，疾病流行期间对绿色空间的过度集中使用依旧会促进人群流动和彼此间的接触，进而加剧病情传播。例如手足口病多在春夏两季流行，而此时城市内的绿色空间能为儿童提供良好的活动场所和舒适的环境，增强了彼此的接触机会以及病毒通过呼吸道飞沫这一途径传播的概率，进而导致城市地区发病率明显高于农村地区^[45]。又如在新冠肺炎流行期间，部分地区的公园作为唯一可用的户外场所，可能因人满为患而增加病毒感染的风险^[46]。此外，Hitch等^[47]还通过现场统计发现39%的游客在使用公园时未佩戴或未正确佩戴口罩，这也会进一步增大疾病传播的机率。基于这方面的考虑，部分地方政府颁布了公园关闭令，以期通过阻止公园的使用来避免过多接触，抑制病情蔓延^[9]。因此在该时期，除城市公园外，公众可根据自身需求关注不同类型的绿色空间以避免聚集、减少流动，进而减缓疾病的传播。

2.3 呼吸道传染病流行期间的绿色空间优化策略

当下研究主要针对环境正义、政策管理、设计应用、学科发展4个方面提出了绿色空间的相关优化策略。

2.3.1 基于环境正义的绿色空间优化策略

首先在环境正义方面，呼吸道传染病的大流行加剧了全球的环境正义问题，以少数民族族裔、低社会经济地位为主的社会弱势群体更难维护自身的绿色空间使用权益。鉴于此，学者们基于不同社会群体之间的绿色利益分配视角，从不同的角度提出了绿色空

间优化策略。从区域配置的角度，Bikomeye等人^[48]建议，为促进有色人种社区和城市生态系统的韧性，城市应对公共绿色空间进行公平投资和均衡建设；从供给需求的角度，Huerta等人^[49]建议，为减轻呼吸道传染病大流行对社区健康造成的重大影响，政府应率先关注贫困率较高社区对绿色空间的需求；从平衡发展的角度，Aberg^[50]关注到流行病期间乡村社区不平等问题扩大的现象，建议应增加乡村的临时住房以满足流行病期间城市家庭对绿色空间的需求。

2.3.2 基于政策管理的绿色空间优化策略

整体来看，在政策管理方面，考虑公众在呼吸道传染病流行期间对户外活动的诉求愈加强烈，以及绿色空间暴露带来的综合效益，绿色空间应该被列入城市公共卫生规划，并通过加强人流管控，在满足市民使用需求的同时创造更适应流行病期间使用的绿色空间场所^[51]。政策层面上，通过规划绿色空间布局，增加城市绿色空间比例，尤其是能够起到卫生隔离作用的带状绿色空间，来缓解呼吸道传染病带来的威胁^[52]；通过整合城市与社区中不同尺度的零碎场所，将其建设为具有使用价值、生态价值的绿色空间，如口袋公园^[53]。管理层面上，为更好地实现人群分流，并对人流量其进行监控管理以降低疾病传播风险，公园可以按照游客的差异化游憩需求设置不同体验区，或建议管理方实行分时段预约游览^[12]。

2.3.3 基于设计应用与学科发展的绿色空间优化策略

在设计应用方面，已有研究中最多的是新冠疫情背景下对不同城市绿色空间景观更新或设计策略上的探讨，如鲍梦涵等^[54]以疫

情防控为导向,探讨了居住区内绿色空间优化的路径方法和设计策略。而在学科发展方面,马晓暉^[65]提倡风景园林学科需跨专业进行竖向整合设计,结合疫情环境下的生活方式,设计出兼顾自然和谐与公众健康的城市绿色空间,以应对城市快速建设发展带来的公共环境卫生问题。

3 总结与展望

3.1 总结

本文以国内外针对呼吸道传染病的绿色空间暴露的文献为研究对象,发现相关文献在2020年呈爆发式增长,国内研究虽起步较早,但是在数量上不及国外水平。在内容方面,绿色空间暴露水平与呼吸道传染病相关性的定量分析、绿色空间暴露对呼吸道传染病的作用途径、呼吸道传染病大流行背景下绿色空间的相关优化策略是该领域研究的三个主要集中方向,国外研究以前两个方向最为集中,且偏向多尺度的实证定量研究,而国内研究集中后一方面,更偏向实践应用的定性探讨。但现有研究也存在着以下不足之处。(1)国内主要以社区绿色空间为研究对象,研究主体较为单一;国外研究则包含森林湿地、城市公园、社区绿地、校园绿地、家庭花园等丰富的绿色空间类型。(2)由于绿色空间暴露水平的测度方法存在着差异,针对同尺度同区域内的同种呼吸道传染病研究结果的存在部分不一致性,进而难以横向比较或明确绿色空间暴露与呼吸道传染病的具体量化关系。(3)针对呼吸道传染病的绿色空间暴露的研究正处于发展阶段,尚未形成完整的理论体系,也尚未有研究系统梳理绿色空间暴露对呼吸道传染病的影响机制。综上所述,相关研究在如下方面有待进一步发展。

3.2 研究展望

(1)应重视多类型绿色空间的重要作用。从已有研究来看,关于绿色空间暴露与呼吸道传染病的研究多围绕小尺度的社区环境或者中尺度的城市空间展开。而在部分地区对病情严重区域实施全域封闭式管理的背景下,公众无法使用上述绿色空间,此时微观尺度的立体绿化与都市农园这类连接室内外的绿色空间则发挥着重要作用。除了能通过提供自然场所来满足隔离期间居民最基本的精神需求,减少负面情绪,该类型的绿色空间例如家庭花园,还能通过提供园艺活动和食物补给来应对粮食危机,增强居民安全感和社区凝聚力。因此在大流行期间,不仅要关注中小尺度绿色空间的功能,更要注重微观尺度绿色空间,尤其是都市农园对公共卫生健康的重要作用。

(2)绿色空间暴露水平的测度标准有待完善。现有实证研究中绿色空间暴露水平的测度标准方法较为混杂。在基于访问调查和健康报告的研究中,主要采用与绿色空间质量相关的指标,如使用频率和时长、窗外绿视率、绿色空间的可达性;在基于数据库的大尺度例如城镇尺度的研究中则多用与绿色空间数量相关的指标,如NDVI指数、LAI指数、基于遥感影像的绿地覆盖率。其中绿色空间数量指标的相关研究较多,基于主体访问频次和时长的研究较少,但从客观的维度来说,绿色空间的可达性对公众的吸引力却更为重要^[11],因此与绿色空间质量指标的相关研究还有待进一步开展。除此之外,由于相关研究尚未形成系统,在进行横向研究和同类研究的比较学习时可能因测度方法的不一致导致研究结论产生差异,因此未来研究可基于现有的研究,标准化绿色空间暴露水平的测度方法,针对同尺度的研究尽量采用

统一的测度标准。同时,部分数量指标(如NDVI指数)还需要注意绿色空间暴露对呼吸道传染病作用的空间范围,结合实际的研究区域和研究对象设置合适的半径缓冲区。

(3)绿色空间暴露对呼吸道传染病的具体作用机制有待进一步探讨。现有研究既包含宏观层面城镇尺度的聚合性研究,又涵盖了微观层面的绿色空间对呼吸道传染病作用的探讨。本文对通过相关研究内容分析,总结出绿色空间可通过减少人体在环境中的有害暴露、引导健康防疫行为对呼吸道传染病防治起到积极作用,或加剧人群流动接触起到消极作用。但研究中对时间尺度、环境要素考虑较少,也未有学者提出较为系统的影响机制框架,因此后续研究可以此为推进方向进一步深化。

尚未有研究证明绿色空间暴露具体如何影响呼吸道传染病以及能对何种人群产生何种程度的影响。同时,考虑到上述的作用途径在不同的作用时间下也会产生不同程度的效果,具有累积效应,未来研究可针对不同特征的人群的使用行为进行比较分析,从时间的维度进行纵向研究,更有助于揭示绿色空间暴露对呼吸道传染病的作用。另外,学者们将绿色空间暴露水平作为单一变量并采用回归分析进行分析,来探讨其对呼吸道传染病的影响,而没有考虑到城市的空间形态、市政交通、管理政策所产生的综合效应,后续应将多种空间类型纳入到考虑之中,通过其他模型和分析方法深度解释影响机制^[9]。除上文作用途径外,在呼吸道传染病大流行期间城市绿色空间植物还能通过分泌植物化合物来增强免疫力和抗病毒性,间接降低呼吸道传染病的感染风险^[66],或是转变成临时医疗检测和救治场所助力病情防治。因此日后相关研究也能以现有研究内容

和案例为基础，从直接作用或间接作用两方面构建出系统性绿色空间影响呼吸道传染病的机制框架。

绿色空间对呼吸道传染病防治具有重要性。本文分析了针对呼吸道传染病的绿色空间暴露的相关研究，总结出其主要研究内容，讨论了其结论差异的可能原因，并对现有研究存在的不足之处提出了展望，以期为后续相关研究提供基础，使绿色空间能更好地发挥在公共卫生方面的作用。

注：文中图表均由作者自绘。

参考文献

[1] 毕世波, 杨超, 陈明, 等. 城市绿地对公共健康的影响机制研究——近20年国外期刊的分析[C]//中国风景园林学会2020年会论文集(上册). 北京: 中国建筑工业出版社, 2020: 189-197.

[2] PRETTY J, PEACOCK J, SELLENS M, et al. The Mental and Physical Health Outcomes of Green Exercise[J]. International Journal of Environmental Health Research, 2005, 15(5): 319-337.

[3] 王兰, 张雅兰, 汪子涵. 针对慢性非传染性呼吸系统疾病的绿色空间定量研究进展[J]. 南方建筑, 2021(03): 1-7.

[4] LEI Y, DAVIES G M, JIN H, et al. Scale-dependent Effects of Urban Greenspace on Particulate Matter Air Pollution[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2021, 61: 127089.

[5] ZHANG X, WU J, SMITH L M, et al. Monitoring SARS-CoV-2 in Air and on Surfaces and Estimating Infection Risk in Buildings and Buses on a University Campus[J]. Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology, 2022: 1-8.

[6] 付彦荣, 贾建中, 王洪成, 等. 新冠肺炎疫情期间城市公园绿地运行管理研究[J]. 中国园林, 2020, 36(07): 32-36.

[7] 贺慧, 张彤, 李婷婷. “平战”结合的社区可食景观营造——基于传染性疫情防控的思考[J]. 中国园林, 2021, 37(05): 56-61.

[8] PENG W, DONG Y, TIAN M, et al. City-level Greenness Exposure is Associated with COVID-19 Incidence in China[J]. Environmental Research, 2022, 209: 112871.

[9] GENG D C, INNES J, WU W, et al. Impacts of

COVID-19 Pandemic on Urban Park Visitation: a Global Analysis[J]. Journal of forestry research, 2021, 32(2): 553-567.

[10] ADDAS A, MAGHRABI A. How Did the COVID-19 Pandemic Impact Urban Green Spaces? A Multi-scale Assessment of Jeddah Megacity (Saudi Arabia)[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2022, 69: 127493.

[11] 吴雯, 王忠杰, 刘睿锐, 等. 疫情常态化下的社区公园设计思考——以北京悦康公园为例[J]. 中国园林, 2021, 37(S1): 74-79.

[12] PENG W, KAN H, ZHOU L, et al. Residential Greenness is Associated with Disease Severity Among COVID-19 Patients Aged over 45 Years in Wuhan, China[J]. Ecotoxicology and Environmental Safety, 2022: 113245.

[13] GE E, GAO J, WEI X, et al. Effect Modification of Greenness on PM2.5 Associated All-cause Mortality in a Multidrug-resistant Tuberculosis Cohort[J]. Thorax, 2021.

[14] LIU L, ZHONG Y, AO S, et al. Exploring the Relevance of Green Space and Epidemic Diseases Based on Panel Data in China from 2007 to 2016[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2019, 16(14): 2551.

[15] YE Y, QIU H. Using Urban Landscape Pattern to Understand and Evaluate Infectious Disease Risk[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2021, 62: 12712.

[16] 陈春, 湛曦, 罗支荣. 社区建成环境对呼吸健康的影响研究[J]. 规划师, 2020, 36(09): 71-76.

[17] AIGBAVBOA C, THWALA W D. Performance of a Green Building's Indoor Environmental Quality on Building Occupants in South Africa[J]. Journal of Green Building, 2019, 14(1): 131-148.

[18] 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(03): 79-85.

[19] RUSSETTE H, GRAHAM J, HOLDEN Z, et al. Greenspace Exposure and COVID-19 Mortality in the United States: January–July 2020[J]. Environmental research, 2021, 198: 111195.

[20] KLOMPMAKER J O, HART J E, HOLLAND I, et al. County-level Exposures to Greenness and Associations with COVID-19 Incidence and Mortality in the United States[J]. Environmental research, 2021, 199: 111331.

[21] JOHNSON T F, HORDLEY L A, GREENWELL M P, et al. Associations Between COVID-19 Transmission Rates, Park Use, and Landscape Structure[J]. Science of The Total Environment, 2021, 789: 148123.

[22] CURTIS D S, RIGOLON A, SCHMALZ D L, et al.

Policy and Environmental Predictors of Park Visits During the First Months of the COVID-19 Pandemic: Getting out While Staying in[J]. Environment and Behavior, 2021: 00139165211031199.

[23] 戴雄赐. 紧凑城市理论与北京蔓延研究[D]. 北京: 清华大学, 2016.

[24] 翟萌, 姜惠芬. 新冠病毒肺炎COVID-19的传播途径及预防和防护[J]. 基因组学与应用生物学, 2020, 39(10): 4895-4898.

[25] DU Z, YANG B, JALALUDIN B, et al. Association of Neighborhood Greenness with Severity of Hand, Foot, and Mouth Disease[J]. BMC Public Health, 2022, 22(1): 1-9.

[26] 黎新宇, 王全意, 高婷, 等. 北京气象因素与猩红热发病相关性研究[J]. 实用预防医学, 2007(05): 1435-1436.

[27] WOODBY B, ARNOOLD M M, VALACCHI G. SARS-CoV-2 infection, COVID-19 Pathogenesis, and Exposure to Air Pollution: What is the Connection?[J]. Annals of the New York Academy of Sciences, 2021, 1486(1): 15-38.

[28] 宋捷. 大气污染和气象因素对传染病的交互影响[D]. 兰州: 兰州大学, 2015.

[29] HAO J, YANG Z, HUANG S, et al. The Association Between Short-term Exposure to Ambient Air Pollution and the Incidence of Mumps in Wuhan, China: A Time-series Study[J]. Environmental Research, 2019, 177: 108660.

[30] CHEN G, ZHANG W, LI S, et al. Is Short-term Exposure to Ambient Fine Particles Associated with Measles Incidence in China? A Multi-city Study[J]. Environmental Research, 2017, 156: 306-311.

[31] WANG Z, LI X, HU P, et al. Influence of Air Pollutants on Varicella Among Adults[J]. Scientific Reports, 2021, 11(1): 1-8.

[32] BOWE B, XIE Y, GIBSON A K, et al. Ambient Fine Particulate Matter Air Pollution and the Risk of Hospitalization Among COVID-19 Positive Individuals: Cohort Study[J]. Environment International, 2021, 154: 106564.

[33] MCDONALD A G, BEALAY W J, FOWLER D, et al. Quantifying the Effect of Urban Tree Planting on Concentrations and Depositions of PM10 in Two UK Conurbations[J]. Atmospheric Environment, 2007, 41(38): 8455-8467.

[34] MEO S A, ALMUTAIRI F J, ABUKHALAF A A, et al. Effect of Green Space Environment on Air Pollutants PM_{2.5}, PM10, CO, O₃, and Incidence and Mortality of SARS-CoV-2 in Highly Green and Less-Green Countries[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2021,

- 18(24): 13151.
- [35] OLIVEIROS B, CAMELO L, FERREIRA N C, et al. Role of Temperature and Humidity in the Modulation of the Doubling Time of COVID-19 Cases[J]. MedRxiv, 2020.
- [36] PAULES C, SUBBARAO K. Influenza[J]. Lancet, 2017, 390(10095): 697-708.
- [37] CHIRIZZI D, CONTE M, FELTRACCO M, et al. SARS-CoV-2 Concentrations and Virus-laden Aerosol Size Distributions in Outdoor Air in North and South of Italy[J]. Environment International, 2021, 146: 106255.
- [38] LIU X X, LI Y, Qin G, et al. Effects of Air Pollutants on Occurrences of Influenza-like Illness and Laboratory-confirmed Influenza in Hefei, China[J]. International Journal of Biometeorology, 2019, 63(1): 51-60.
- [39] 万文君, 郝选明. 休闲娱乐体育活动与身心健康[J]. 广州体育学院学报, 2004(01): 47-48.
- [40] FAGERHOLM N, EILOLA S, ARKI V. Outdoor Recreation and Nature's Contribution to Well-being in a Pandemic Situation-Case Turku, Finland[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2021, 64: 127257.
- [41] KORPILO S, KAJOSAARI A, RINNE T, et al. Coping with Crisis: Green Space Use in Helsinki Before and During COVID-19[J]. Frontiers in Sustainable Cities, 2021: 99.
- [42] MILOŠEVIĆ D, MIDDEL A, SAVIĆ S, et al. Mask Wearing Behavior in Hot Urban Spaces of Novi Sad During the COVID-19 Pandemic[J]. Science of The Total Environment, 2022: 152782.
- [43] 章俊华. “SARS”期间北京市公园利用状况的调查研究[J]. 中国园林, 2004(01): 74-76.
- [44] VENTER Z S, SADILEK A, STANTON C, et al. Mobility in Blue-green Spaces Does not Predict COVID-19 Transmission: a Global Analysis[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2021, 18(23): 12567.
- [45] 朱琦, 郝元涛, 于石成. 广东省2008~2010年手足口病流行特征分析及时空聚集性研究[J]. 现代预防医学, 2011, 38(10): 1824-1826.
- [46] SHOARI N, EZZATI M, BAUMGARTNER J, et al. Accessibility and Allocation of Public Parks and Gardens in England and Wales: A COVID-19 Social Distancing Perspective[J]. PloS One, 2020, 15(10): e0241102.
- [47] HITCH L, SILICE M A, KODALI H, et al. Factors Associated with Mask Use in New York City Neighborhood Parks During the COVID-19 Pandemic: A Field Audit Study[J]. Journal of Infection and Public Health, 2022, 15(4): 460-465.
- [48] BIKOMEYE J C, NAMIN S, ANYANWU C, et al. Resilience and Equity in a Time of Crises: Investing in Public Urban Greenspace is Now More Essential than Ever in the US and Beyond[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2021, 18(16): 8420.
- [49] HUERTA C M. Rethinking the Distribution of Urban Green Spaces in Mexico City: Lessons from the COVID-19 Outbreak[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2022, 70: 127525.
- [50] ABERG H E, TONDELLI S. Escape to the Country: A Reaction-Driven Rural Renaissance on a Swedish Island Post COVID-19[J]. Sustainability, 2021, 13(22): 12895.
- [51] 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(01): 118-124.
- [52] 李秉毅, 张琳. SARS爆发对我国城市规划的启示[J]. 城市规划, 2003(07): 71-72.
- [53] LIU S, WANG X. Reexamine the Value of Urban Pocket Parks Under the Impact of the COVID-19[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2021, 64: 127294.
- [54] 鲍梦涵, 曾慧子, 赵鸣. 以防疫为导向的居住区绿地优化途径[J]. 中国城市林业, 2020, 18(04): 1-4.
- [55] 马晓晖. 由当今疫情出发思考未来风景园林[J]. 中国园林, 2020, 36(07): 20-25.
- [56] YANG F, ZHANG Y, TARIQ A, et al. Food as Medicine: A Possible Preventive Measure Against Coronavirus Disease (COVID-19)[J]. Phytotherapy Research, 2020, 34(12): 3124-3136.

2023年《园林》学刊专题征稿

为紧贴时代脉搏, 突显时代主题, 集中展示中国风景园林标志事件和新时代重大规划, 2023年《园林》学刊拟选推出如下专题(所列专题顺序, 不作为最终发刊专题顺序):

(1) 风景园林教育创新; (2) 景观感受与健康影响; (3) 城市绿地大数据管理与应用; (4) 气候变化与风景园林; (5) 植物园规划设计; (6) 自然保护地及人地协调; (7) 东亚绿色城市; (8) 蓝绿空间与环境效应; (9) 园林遗产数字化; (10) 城市用地变化情景模拟; (11) 江南园林美学思想索隐。

专题文章采用学术主持人组稿与作者自由来稿相结合的方式。稿件具体要求可关注“园林杂志”微信公众号。

投稿系统: <https://www.gardenmagazine.cn>; 投稿邮箱: LA899@vip.163.com。稿件自发稿之日起3个月内未接到本编辑部任何通知, 可自行处理。

请踊跃投稿!