

余洋, 蒋雨芊, 张琦瑀. 城市街道健康影响路径和空间要素研究 [J]. 风景园林, 2021, 28 (2) : 55-61.

城市街道健康影响路径和空间要素研究

Research on Health Impact Pathways and Spatial Elements of Urban Streets

余洋 蒋雨芊 张琦瑀

YU Yang, JIANG Yuqian, ZHANG Qiyu

开放科学 (资源服务)
标识码 (OSID)



中图分类号: TU986

文献标识码: A

文章编号: 1673-1530(2021)02-0055-07

DOI: 10.14085/j.fjyl.2021.02.0055.07

收稿日期: 2020-05-29

修回日期: 2020-12-08

余洋 / 女 / 博士 / 哈尔滨工业大学建筑学院副教授 / 寒地城乡人居环境科学与技术工业和信息化部重点实验室成员 / 研究方向为风景园林规划与设计、风景园林理论与历史、环境与健康

YU Yang, Ph.D., is an associate professor in the School of Architecture, Harbin Institute of Technology, and a member of Key Laboratory of Cold Region Urban and Rural Human Settlement Environment Science and Technology, Ministry of Industry and Information Technology. Her research focuses on landscape planning and design, landscape architecture theory and history, environment and health.

蒋雨芊 / 女 / 哈尔滨工业大学建筑学院在读硕士研究生 / 寒地城乡人居环境科学与技术工业和信息化部重点实验室成员 / 研究方向为风景园林规划与设计、风景园林理论与历史、环境与健康

JIANG Yuqian is a master student in the School of Architecture, Harbin Institute of Technology, and a member of Key Laboratory of Cold Region Urban and Rural Human Settlement Environment Science and Technology, Ministry of Industry and Information Technology. Her research focuses on landscape planning and design, landscape architecture theory and history, environment and health.

张琦瑀 / 男 / 哈尔滨工业大学建筑学院在读硕士研究生 / 寒地城乡人居环境科学与技术工业和信息化部重点实验室成员 / 研究方向为风景园林规划与设计、风景园林理论与历史、环境与健康

ZHANG Qiyu is a master student in the School of Architecture, Harbin Institute of Technology, and a member of Key Laboratory of Cold Region Urban and Rural Human Settlement Environment Science and Technology, Ministry of Industry and Information Technology. His research focuses on landscape planning and design, landscape architecture theory and history, environment and health.

摘要: 健康街道是存量规划及健康城市背景下, 街道发展的新模式和街道设计的新方向, 健康街道可以充分发挥街道的身体、心理、社会层面的健康服务功能, 从而为城市居民提供健康出行环境和健康生活方式。基于国内外文献梳理, 从促进体力活动、改善物理环境、提升街道安全、增强社会交往 4 个方面, 提出多路径多因素的综合性研究思路, 讨论城市街道促进公共健康的影响路径, 梳理不同影响路径下的街道交通、界面、空间、绿化和设施 5 类空间要素和测度指标, 阐释街道健康影响路径下的特征效用差异, 识别重点设计要素, 通过测度指标体系为城市设计、街道设计和评估提供依据和途径。基于分析结果, 从扩展要素实证研究维度、增加因果关系与机制阐释、探寻健康目标差异下指标阈值及平衡点 3 方面对未来研究提出展望。

关键词: 风景园林; 公共健康; 健康街道; 健康影响路径; 空间要素; 街道设计和评估

基金项目: 国家自然科学基金 (编号 51978191); 国家重点研发计划课题 (编号 2017YFC0702405)

Abstract: Healthy street is the new model of street development and the new direction of street design under the background of inventory planning and healthy city construction. Healthy streets enable streets to give full play to their physical, psychological and social healthy service functions, thereby providing urban residents with a healthy travel environment and healthy lifestyle. Based on the domestic and foreign literature review, this research, from the four aspects of promoting physical activity, improving physical environment, advancing street safety, and enhancing social interaction, puts forward a multi-path and multi-factor comprehensive research idea to discuss the impact pathways of urban streets to promote public health. It also sorts out five spatial elements and measurement indicators of street traffic, interface, space, greening and facilities under various health impact pathways. It illustrates the difference of feature utilities under the health impact pathways of streets, identifies key design elements, and provides a basis and approach for urban design, street design and evaluation through a clear measurement index system. Based on the results of the analysis, it proposes the prospects for future researches from three aspects: expanding the dimension of empirical research on factors, increasing the explanation of causality and mechanism, and exploring the threshold and balance point of indicators under the difference in health goals.

Keywords: landscape architecture; public health; healthy street; health impact pathway; spatial element; street design and evaluation

Fund Items: The National Natural Science Fund of China (No. 51978191); National Key Research and Development Project (No. 2017YFC0702405)

1 研究背景与方法

公共卫生的发展与城市规划、风景园林等人居环境学科同根同源, 通过环境营造对疾病预防和健康行为提供支持是国内外的研究热点。大量研究已证实城市建成环境和公

共空间对健康发挥着重要影响作用^[13]，其中城市绿地^[4]等空间类型的健康影响路径和空间要素得到较为系统的论证。街道作为与公共日常生活接触最为密切的城市公共空间类型，承担着交通、生态、生活等多方面功能，在出行方式、舒适环境、社会交往等层面与公共健康息息相关，其空间构成和服务功能的复杂性为街道的健康性研究带来挑战。街道是城市最重要的公共空间，从公共健康角度探讨街道设计，对当下中国乃至全球解决城市健康问题的城市空间策略研究具有重要价值^[5]。

作为城市规划与设计的重要空间抓手，街道研究对于城市更新和健康城市建设具有重大现实意义。从国家政策引导方面看，在当前中国新型城镇化进程迈向以质量提升为主的新阶段，街道的规划和品质提升是目前城市设计工作中的重要任务之一。2020年“新型城镇化”政策提出完善非机动车和行人交通系统、行人过街设施等依托街道空间的建设内容。在“健康中国2030”战略和全球健康城市的建设热潮下，慢行系统、自行车道、树冠覆盖率等多项健康城市评价标准条目围绕街道环境展开。在城市品质提升和健康城市建设的迫切需求下，亟需明晰街道空间对公共健康的影响，从而对实际建设工作提供指导。

从国内外学者的研究成果来看，近年来街道健康性研究集中于可步行性、物理环境、街道活力与空间品质等方面。随着街景图片和多源大数据方法的运用与实证研究，街道各要素与不同层面健康效用的关联不断被揭示，街道的健康影响路径和机制趋于清晰。De Vries等^[6]从街景绿化视角提出公共健康的中介机制，随后Hassen和Kaufman^[7]、Lu^[8]、Ma等^[9]陆续从社区参与度、体力活动和热舒适性等多角度揭示街道设计对健康的效用，Meng等^[10]在前人研究基础上梳理得出1999—2019年间街道空间与健康关系的研究热点，为明晰街道健康影响路径提供了理论依据和研究思路。然而综合现有研究来看，国内外多集中于针对单一层面的健康影响路径（如体力活动）来探讨街道的健康性，或从单一要素（如绿化）入手考量对公共健康的综合影响，

缺乏多要素探讨的研究框架，较少对街道空间要素在不同健康影响路径下的效用形成整体认知，尚不明晰能够高效影响健康、实现综合健康目标的街道关键要素。本研究以提升生理、心理和社会三维综合健康为目标，提出了多路径多因素的综合性研究思路，突破传统单一健康层面或空间要素类型，基于促进体力活动、改善物理环境、提升街道安全、增强社会交往的街道健康影响路径，建构综合性健康街道测度指标体系。

在研究方法上，笔者基于中国知网（CNKI）和Web of Science核心合集数据库，以街道（street）和健康（health）作为主题词进行检索，并进一步以体力活动（physical activity）、环境舒适（environmental comfort）、街道安全（street safety）、社会交往（social interaction）及相似表述词汇作为主题词拓展检索，通过人工识别题目和摘要信息筛选与主题无关文献，综合考量相关度、被引率、发表时间及期刊影响因子筛选得到98篇文献。研究聚焦街道空间特征和要素对公共健康的效用，从不同的健康影响路径出发，明晰健康街道的空间测度指标，以期为街道设计和评估提供参考依据，为健康街道的空间要素研究提供理论基础。

2 城市街道的健康影响路径

基于对世界卫生组织（World Health Organization, WHO）健康概念的理解，健康是一种身体、心理和社会适应的完好状态，而不仅是没有疾病或虚弱^[11]，由此可以看出除了良好的身体素质，心理层面避免焦虑和抑郁以及获得安全感，社会层面的交往活动与社会适应能力同样也是实现综合健康的必要条件。基于文献梳理，本研究将城市街道的健康影响路径归纳为促进体力活动、改善物理环境、提升街道安全、增强社会交往4个方面。

2.1 促进体力活动

促进体力活动可通过增强身体素质、遏制慢性病从而有利于提升公共健康。缺乏身体活动是全球第四大死亡高危因素^[12]，已成为全球性的公共卫生问题。建成环境对体力

活动的影响一直是公共卫生、交通、城乡规划与风景园林等学科的研究热点。促进体力活动是健康城市规划提升身心健康的优化路径之一，在街道环境中，使用汽车等“被动”交通方式与身体活动水平下降有关，环境优化可以吸引人们更多选择步行、骑行等“主动式交通”^[13]，从而通过增加体力活动有效降低高血压、肥胖、糖尿病等慢性病的发生^[14]^[15]。此外，通过跑团、健走团等街道集体性活动的开展，还能够促使单纯的体力活动拓展到社会交往，从生理的健康服务功能延伸至社会层面的健康^[16]。

2.2 改善物理环境

改善物理环境主要体现在调控恶劣风热环境、降低空气污染给人体带来的不适感知和疾病风险，从而为户外健康行为的进行提供舒适的客观条件。街道物理环境的舒适性是近年街道空间与健康关联研究的重要领域之一^[10]^[14]。城市化带来的热岛效应对公共健康，尤其是老年人带来严重威胁，炎热环境、空气污染与心血管和呼吸系统疾病死亡率相关^[17-18]。风环境间接对街道内热环境和大气污染物水平产生影响，也是街道小气候舒适的主要感知维度。通过优化空间尺度和植被等要素调控空气颗粒物浓度和分布，提升空气环境质量，有利于呼吸健康，减少人们患病风险^[19]。

2.3 提升街道安全

提升街道安全主要体现在减少交通人身伤害和步行通行障碍，通过增强安全感知，减缓行人紧张等心理困扰，提高心理恢复潜力。中国快速城市化和高密度城市建设，使得高度机动化街道面临行人过街困难和人身安全风险，大量的停车占道加剧人车冲突，降低街道的可步行性品质。共享单车的普及也增加了由机非混行、人非混行所导致的交通伤害。同时，破旧和封闭的街道容易引发犯罪和令人产生不安全感。研究表明邻里安全感能够以加强体育活动和社会凝聚力为中介从而利于心理健康的增强^[20]。此外，街道安全感的提升利于形成更高的心理恢复潜力^[21]，人们对街区安全感的获得，会增加心理的信任度，尤其是对老年人等弱势群体能

够降低心理障碍,进而为户外健康活动和社会交往的进行提供潜在环境支持。

2.4 增强社会交往

增强社会交往主要体现在街道社会层面的健康支持作用,社会适应能力的提升有助于增强社会参与和社会凝聚力。社会参与被视为个人健康状态的社会决定因素之一^[2],研究发现较少的社会参与被证明与慢性病和心理健康问题有关,较高的社会参与度是增加社会资本的关键因素之一,社会资本的提高与更好的身心健康相关,社会资本与社会参与共同构成生活质量和幸福感的指标^{[7]120}。在中国历史上,街道一直承载着丰富的交往活动,在“存量式”城市规划转型背景下,宜人尺度的街头绿地、商业外摆休憩设施和建筑附属空间等,是当前街道交往活动展开的友好场所,也成为老城区街道更新的重要着力点。催生更多交往活动的空间不仅提升人们的偏好和步行率^[2],而且“街道眼”效应提高了心理的安全感知^[2],更重要的是居民在进行身体活动和获得心理恢复能力的基础上,构建了良好社会情感联系,实现三维的综合健康目标。

3 不同健康影响路径下的街道空间要素

街道作为城市线性和网络结构的特殊公共空间形态,其构成要素和组合形式多样。街道网络、交叉口、人行道、非机动车道和机动车道等构成了其主要交通特征;由纵向街谷形态和水平向收放空间的节奏等共同构成了街道空间特征;街道两侧土地利用及临街建筑界面形态和功能形成街道边界侧向的界面特征;树木植被作为街道环境中的自然元素,其分布、密度及种植结构等特点形成街道的绿化特征;街道照明、家具等功能性设施的分布与管理构成街道微观层面的设施特征。不同层面的街道特征,通过具体空间要素在单一或几项健康影响路径下,对人的生理、心理健康以及社会适应方面产生不同的影响。

鉴于部分街道环境指标在某一健康影响路径下的实证研究存在多项成果,为避免不同研究中研究样本、实验环境、因子细分程度和分类等差异对健康结果相关性的影响,参照Wendel-Vos等^[25]和马明等^[26]运用的证据

质量评判方法,根据百分比对相似主题实证结果进行一致性判定,以确定下文中该指标与健康影响之间的关联(表1)。

3.1 促进体力活动的健康街道影响要素

《2019国民健康洞察报告》显示:散步、跑步和骑行等简单且适用性强的体力活动最受欢迎。体力活动的促进受多方面街道要素设计的共同影响,不同类型的体力活动对环境要素偏好也有较大差异。

3.1.1 促进步行活动的街道空间要素

促进步行活动的街道环境影响因素最为复杂,主要与交通(街道连通性^[27-29]、街道网络密度^{[16]20}、交叉口密度^[30]、人行道的存在与宽度^[31-32])、界面(土地混合利用率^[33-35]、店铺密度^{[23]23}、功能混合度^{[30]4})、空间(城市绿色空间^{[36]47})和绿化(街道树木密度^[37]、绿视率^[38]、绿化覆盖率^{[29]122})特征紧密相关,并呈现街道环境指标对步行活动的正向关联规律。此外街道铺装、街道家具等设施特征对步行活动也有积极影响,但不是主要因素^{[15]65}。

其中上述的部分指标在多项研究结果中存在不同结论,如多数学者支持交叉口密度的提高有利于鼓励步行,但Lu等^{[36]45}以香港为例进行步行时间与交叉口密度相关性研究,并未得出二者具有相关性。在土地混合利用率指标方面,多数研究肯定了与步行数增加的正向关联,多体现在交通性步行方面,且进一步得到数值上的验证^{[33]449},但同时也有少数研究得出二者关系并不显著^{[36]45}。以上指标出现不同结果的原因可归结为相似研究方法下,地域环境和样本数量的巨大差异导致统计分析结果存在不同,但总体并未出现反向相关研究结论,因此仍可认定为该指标对促进步行具有支持作用。此外,其他指标对步行活动的增加均呈现正向关联规律。

3.1.2 促进骑行活动的街道空间要素

促进骑行活动的影响因素在交通和界面特征方面形成集中性成果,主要与街道连通性^[39-42]、街道网络密度^[43-44]、交叉口密度^{[27]36}、地形坡度^[45]、自行车道类型^{[46]88}、土地混合利用率^{[42]30}等要素相关联。研究表明街道连接性以及自行车道和设施的存在是促进骑行活动的最重要因素,并具有显著正向影响,其中车道

表1 相关性科学判断标准^[25-26]

Tab. 1 Scientific judgment criteria of correlation basis^[25-26]

科学判断标准	意义
0~39% 研究存在相关	不确定关联
40%~50% 研究同向相关; 25% 以上研究反向相关	不确定关联
40%~50% 研究同向相关; 25% 以下研究反向相关	正 / 负可能相关
51%~100% 研究同向相关; 25% 以上研究反向相关	正 / 负可能相关
51%~100% 研究同向相关; 25% 以下研究反向相关	正 / 负相关
51%~100% 研究同向相关	正 / 负强相关

类型的影响力度最大^{[46]88}。地形变化和土地混合利用率被认为是影响相对较小的因素^{[39]8-10}。街道空间要素对骑行活动的促进效果主要集中在骑行率和速度方面,对骑行时长的关注度较低,且空间要素与活动的关联多成趋势性规律,缺少适宜取值的量化成果。

3.1.3 促进跑步活动的街道空间要素

相比于步行和骑行活动而言,促进跑步活动的街道环境因素研究相对薄弱,主要被认为与街道连通性、街道路网密度、交叉口密度为代表的街道交通特征存在关联,其中对街区路径的完整性与连续性要求较高^{[19]21}。街道网络密度与跑步活动的关联性,在城市化程度不同的地区存在差异。Hou等^{[44]1210-1211}基于15年间纵向数据的研究,支持了低城市化地区二者的正向关联,但在中高城市化地区无显著关联或呈负向关联(仅女性)。因此该指标与跑步活动的关联性无法确定,仍需针对不同密度城市环境补充实证。此外,沿街蓝绿开放空间的存在和数量是支持性要素之一,表现在对慢跑概率的提高具有促进作用^[47]。

3.2 改善物理环境的健康街道影响要素

热环境、风环境和空气质量是街道物理环境的主要构成,影响着户外行人舒适度,也是街道健康行为发生的潜在影响条件。街道物理环境受到多方面空间要素影响。

3.2.1 提升热舒适的街道空间要素

与街道热环境密切相关并影响热舒适的要素,集中在空间、绿化和设施特征方面,主要包括街谷高宽比^[48]、街道走向^[49-50]、天空

可视因子 (sky view factor, SVF)^[51]、绿化覆盖率^[52-53]、路面材质^[54]和户外遮阳^[55]等空间要素,其中街谷高宽比、绿化和路面材质是集中探讨的维度。多数研究支持街道高宽比与热环境二者的关联性,但在影响规律及适宜值域的量化成果上存在差异。有研究表明高宽比比值大为好^{[49]83},也有研究证明高宽比与气温变化为非线性关系^{[50]37},郭尚霖和孙一民^{[56]59}通过模拟结果发现街谷高宽比对热环境的改善作用微弱。地区气候和城市形态的较大差异,导致研究结果对于其他地区的应用普适性存在争议,仍需结合特定环境扩展地域性研究。而绿化覆盖率、路面材质和户外遮阳指标对改善热环境的正向关联结论总体呈现一致性趋势。

3.2.2 提升风舒适的街道空间要素

风环境受建筑因素影响明显,与之相关的街道环境要素主要聚焦于街道连续性^{[50]60-61}等界面形态,以及与两侧建筑围合有关的SVF^[57]、街道朝向^{[53]104}和街谷高宽比^{[58]10}等空间要素。其中街道朝向对风环境差异影响显著,通过与主导风向形成平行关系的街道,被普遍认为可以改善通风效果,提高舒适度。研究发现在0.8~1.3范围内街谷高宽比越小,街道风环境越好^{[58]12},但与最佳热舒适下的取值存在差异^{[50]39},综合风热环境提升舒适性的街谷高宽比最佳值域有待持续探索。

3.2.3 改善空气质量的街道空间要素

街道结构与尺度、道路交通、绿地和开放空间等要素对街道颗粒物浓度分布有重要影响,进而影响居民的呼吸健康^[59]。在空间特征方面街道高宽比依然是关键要素^[60-61],有研究表明高宽比越大颗粒物浓度越低^[62],也有学者揭示了二者间的非线性关系和关键临界值^[63-64],出现差异的原因在于研究方法层面实验模拟和案例实测的精度不同导致结论的精确性不同。此外街道朝向和SVF也会对污染物的浓度有所影响,SVF与污染物浓度呈显著正相关^{[62]11}。宏观层面的绿化覆盖率^[65]和微观层面的植物疏透度^[66-67]等绿化特征对改善空气质量的效用得到众多学者一致认可。与风热环境的影响因素有所差异的是,街道网络密度和交叉口密度等街道交通特征与污

染暴露水平呈正相关^[68]。

3.3 提升街道安全的健康街道影响要素

提升街道安全包括交通和步行安全,以及促进心理安全感。与之相关的街道要素较为广泛,分布于交通、界面、空间、绿化和设施多个方面。

3.3.1 提升交通和步行安全的街道空间要素

在交通和步行安全方面,交通和设施特征起到关键作用。其中交叉口密度与行人安全性呈负相关^[69];在机动车速度^[70]、车道数^[71]、路面占道停车^[72]、自行车道类型^[73]等关联要素中,控制速度对机动车驾驶者、骑行者和步行者而言均是提升安全性的重要措施。从行人角度来看机动车速度、业态活力和违规占道停车对步行安全的影响更为关键^{[72]53}。改善街道照明是减少车辆和行人碰撞风险的关键要素^[74-75]。

3.3.2 提升安全感的街道空间要素

心理安全感知获得是缓释压力、促进心理层面健康的重要途径。相较交通和步行安全客观层面,心理安全感知的影响因素更为复杂,且更多集中于微观环境特征,包括车道数和绿视率^[76];界面透明度^[77];建筑退界宽度、商业外摆、设施管理程度、铺地完整性^[78];街道高宽比和行道树密度^[79]等要素,均为正向关联。由相关研究成果可以看出,相比街道交通网络等二维特征,心理安全感更依赖于行人视角的三维空间环境,街道的精细化设计对于提升安全感具有重要意义。

3.4 增强社会交往的健康街道影响要素

社会交往的开展基于街道环境包容度的提升,其环境影响因素覆盖交通、界面、空间、绿化和设施特征多个方面。

3.4.1 提高社会包容的街道空间要素

包容性是街道中进行社会交往的前提条件,它使各年龄层次和能力的居民都能够参与街道生活,构建与社会的联系,享受健康街道的社会人文关怀。土地混合使用被认为是提升街道包容性的重要因素,通过提高土地混合利用,能够缩短出行距离,提高服务设施可达性^[80],从而保障弱势群体融入街道生活。同时无障碍设施、休憩座椅、行道树密度、商业摊贩和管理维护程度等设施层面要素在提高社

会包容性中也发挥重要作用^[81-82]。

3.4.2 提供交往聚集的街道空间要素

街道中社会聚集与交流,被广泛证实受到交通(街道连通性^[83]、道路密度^[84]、人行道宽度^[85-86])、界面(界面开敞度^[87]、店铺密度^[88])、空间(社交场所密度^{[85]165})、绿化(绿化覆盖率^[89])及设施(休憩座椅密度^{[86]93})特征下多个因素的正向影响。其中国内外学者就宏观层面街道连通性的提高对社会交往的促进作用结论趋向一致^[90-91],然而由于各国家和地区街道环境差异较大,街道微观要素的影响程度存在不同结论,需针对不同街道类型和不同人群社交需求和行为特点,扩展量化实证研究。

4 研究结论及展望

4.1 研究结论

研究表明,城市街道的环境特征与居民健康行为存在着密不可分的关联,多数街道空间要素通过非单一路径影响健康(图1)。筛选具有2项以上具体健康路径支持作用的因子,得到11类要素及21项具体指标(表2),共同构成健康街道规划设计的主要空间着力点。从特征效用差异、重点设计要素及健康设计与评估3方面进行总结。

4.1.1 四大健康影响路径下街道特征效用的显著性差异

交通、界面、空间、绿化和设施特征是健康街道发挥作用的5个重点环境维度,在各项健康影响路径下发挥的作用存在差异。其中交通方面特征多集中于促进体力活动和提升街道安全的健康作用上;界面特征与人际交往更为密切,通过心理感知作用于各种健康行为,主要影响其体力活动和社会交往的发生;空间特征是街道中各类行为发生的背景和支持场所,也是影响街道物理环境舒适的重要因素;绿化特征作为街道环境中的“软”要素,提供舒适的物理环境,影响居民的健康行为和心理安全感知;设施特征主要改善风热环境,保障出行安全,提供社会交往场所。特征之间效用存在交织与路径侧重,健康目标的实现依赖于各类特征要素在街道空间中的统筹设计与考量。

4.1.2 街道健康影响路径下的重点设计要素

街道交通、绿化和设施要素涵盖各条健康影响路径，能够从多维度对公共健康产生效用。由于此类要素多涉及街谷三维空间的微观尺度环境，与行人的感知与体验密切相关，因此注重街道的精细化设计对公共健康全面提升具有较强作用。作为骨架性环境要素，交叉口密度、街道连通性、街道路网密度、街道高宽比和绿化覆盖率5个具体测度指标(表2)，相较于其他的空间要素在健康路径中起到更全面的支持作用。其中以交叉口密度的影响广度为首。由此可以看出，从城市设计层面对街道二维形态结构进行优化，是提升公共健康水平的关键性手段。从综合健康目标审视街道规划设计，应优先考虑对此类宏观影响因素的合理控制，结合不同类型街道突出健康问题和优化目标辅以要素精细化设计，对微观人体感知特征进行针对性提升。

4.1.3 基于测度指标体系指导街道健康设计与评估

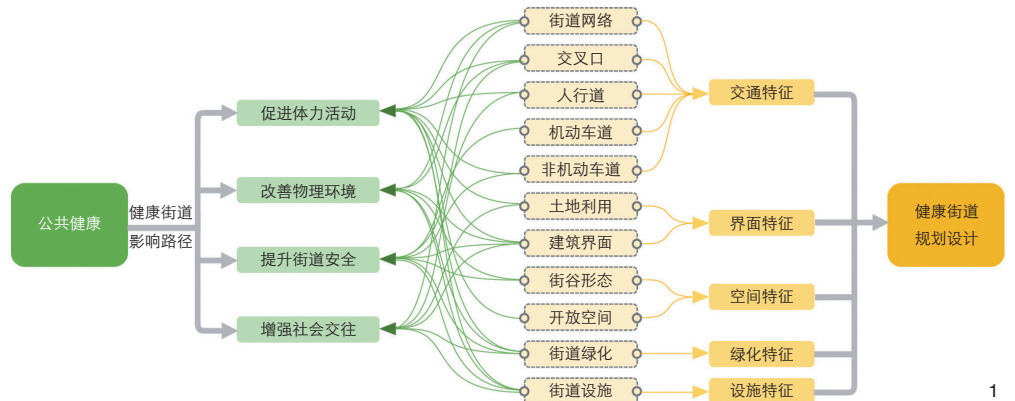
通过健康影响路径下街道空间要素的系统分析，初步构成基于11类要素与21项具体指标的健康街道测度指标体系，明确在健康导向下街道设计和更新的关键设计点位；通过横向作用效果和纵向特征要素对比，明确街道设计特征、要素和指标对于健康效用的贡献率和优先级。在指标的分级量化和权重确定的基础上，针对不同环境品质的街道，进行健康绩效计算及评价，揭示城市公共空间中街道设计的得与失，进而对后续工作的调整和改善提供指导，不断提升城市公共空间健康服务功能。

4.2 当前研究的不足及展望

在不同健康影响路径下的街道空间要素研究正处于持续探索阶段，仍存在较大研究空白。基于当前街道健康研究成果及不足，从扩展要素实证研究维度、增加因果关系与机制阐释、探寻健康目标差异下指标阈值及平衡点三大方面对未来研究进行展望。

4.2.1 扩展要素实证研究维度

综合街道特征要素在四大健康影响路径下的支持效用来看，各街道要素在多项路径



1 公共健康与城市街道环境特征的关联

The relationship between public health and the characteristics of urban street environment

表2 不同健康影响路径下的城市街道空间特征

Tab. 2 Spatial characteristics of urban streets under different health impact pathways

特征类型	街道要素	测度指标	促进体力活动			改善物理环境			提升街道安全			增强社会交往	
			步行活动	骑行活动	跑步活动	热舒适	风舒适	空气质量	交通安全	步行安全	安全感	社会包容	交往聚集
交通	街道网络	街道连通性	+	+	+								+
		街道路网密度	+	+				+					+
	交叉口	交叉口密度	+	+	+			+		+			
		人行道	人行道宽度	+									
交通	机动车道	机动车速度							+	+			
		车道数							+		+		
	非机动车道	自行车道类型		+					+				
界面	土地利用	土地混合使用率	+	+								+	
		建筑界面	店铺密度	+									
	连续性						+						+
空间	街谷形态	街道高宽比				+	+	+				+	
		天空可视因子				+	+	+					
	开放空间	开放空间数量与质量	+		+								
绿化	街道绿化	行道树密度	+								+	+	
		绿视率	+								+		
		绿化覆盖率	+			+		+					+
设施	街道设施	照明光度							+	+			
		座椅密度	+									+	+
		地铺形式				+						+	
		户外遮阳				+	+						
		管理维护程度									+	+	

注：+表示该要素能够对健康影响路径产生支持作用；空表示该要素影响作用不明。

下与健康的关联性尚存空白。街道交通环境特征与改善热舒适、风舒适和增强社会包容的关联性方面，街道界面特征与支持跑步体力活动、改善热舒适和空气质量以及提升街道安全的关联性方面，街道空间特征在支持骑行体力活动、提升交通和步行安全与增强

社会交往的关联性方面，街道绿化特征在支持骑行和跑步体力活动、改善风舒适与提升交通和步行安全的关联性方面以及街道设施特征在支持骑行和跑步体力活动、改善空气质量的关联性方面仍有缺口，缺乏有力的实证研究支撑。此外街道美感、声景、文化及事件

活动等人文要素在健康影响路径下的效用仍有待考证,在未来应注重挖掘街道要素在多维健康影响路径下的效用,并从街道人文要素角度拓展健康影响的实证研究。

4.2.2 增加因果关系与机制阐释

当前研究多集中于利用截面数据,揭示街道环境特征中具体要素和测度指标在健康影响路径下与健康结果的相关性与趋势性规律,侧重对因果效应的验证,而对因果关系及影响机制的阐释较为薄弱。在研究方法和数据获取中缺少基于长期观测的纵向数据验证街道要素改变对健康结果的影响力度。在未来街道空间要素的研究中,从研究深度上应加强街道要素与健康影响因果关系的机制阐释,从研究时间维度上应注重丰富的历时性研究,可结合实际街道更新案例对比改造前后的健康绩效水平,从而增强对因果关系的证明,进而为健康街道设计决策提供有效支撑。

4.2.3 探寻健康目标差异下指标阈值及平衡点

部分街道空间要素在不同路径下的效用呈现矛盾,例如道路密度和交叉口密度的提升在促进体力活动等健康行为的同时,也导致了污染暴露水平的增加^{[68][1590]};绿视率的增加能够有效促进步行,但过高的绿视率也会对心理恢复能力造成负面影响^[92]等。因此在未来研究中,多维度健康影响路径下测度指标的适宜阈值范围仍需不断探索,须结合实际街道情况进行健康风险评估,根据不同健康侧重目标确定指标量的平衡点。

5 结语

本研究以健康街道规划设计的实际需求为导向,基于促进体力活动、改善物理环境、提升街道安全、增强社会交往4条健康影响路径,归纳明晰了与提升公共健康相关的主要具体要素和指标,初步构建起健康街道空间要素研究的框架性体系。这是一项动态的结果,未来仍需更多实证研究来不断完善,在后续的研究中,将重点通过对实证研究的系统综述和荟萃分析(meta-analysis, MA)进一步探索,从而对健康街道的规划设计形成科学全面的理论和实践指导,从城市空间角度为提升公共健康做出贡献。

参考文献 (References):

[1] COPPEL G, WÜSTEMANN H. The Impact of Urban Green Space on Health in Berlin, Germany: Empirical Findings and Implications for Urban Planning[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2017, 167: 410-418.

[2] 张延吉. 城市建成环境对慢性病影响的实证研究进展与启示[J]. *国际城市规划*, 2019, 34(1): 82-88.

[3] 张延吉, 邓伟涛, 赵立珍, 等. 城市建成环境如何影响居民生理健康? : 中介机制与实证检验[J]. *地理研究*, 2020, 39(4): 822-835.

[4] 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.

[5] 葛岩, 沈璇, 蔡纯婷. 健康街道设计的理论、方法与实践[J]. *上海城市规划*, 2020(2): 49-56.

[6] DE VRIES S, VAN DILLEN S M E, GROENEWEGEN P P, et al. Streetscape Greenery and Health: Stress, Social Cohesion and Physical Activity as Mediators[J]. *Social Science & Medicine*, 2013, 94: 26-33.

[7] HASSEN N, KAUFMAN P. Examining the Role of Urban Street Design in Enhancing Community Engagement: A Literature Review[J]. *Health & Place*, 2016, 41: 119-132.

[8] LU Y. Using Google Street View to Investigate the Association Between Street Greenery and Physical Activity[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2019, 191: 103435.

[9] MA X, WANG M Y, ZHAO J Y, et al. Performance of Different Urban Design Parameters in Improving Outdoor Thermal Comfort and Health in a Pedestrianized Zone[J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020, 17(7): 2258.

[10] MENG L C, WEN K H, BREWIN R, et al. Knowledge Atlas on the Relationship between Urban Street Space and Residents' Health: A Bibliometric Analysis Based on VOSviewer and CiteSpace[J]. *Sustainability*, 2020, 12(6): 2384.

[11] WORLD HEALTH ORGANIZATION. Constitution of WHO: WHO Remains Firmly Committed to the Principles Set out in the Preamble to the Constitution[EB/OL]. [2020-12-04]. <http://www.who.int/about/mission/en/>.

[12] 世界卫生组织. 关于身体活动有益健康的全球建议[R]. 日内瓦: 世界卫生组织, 2010.

[13] 谭少华, 王莹亮, 肖健. 基于主动式干预的可步行城市策略研究[J]. *国际城市规划*, 2016, 31(5): 61-67.

[14] MARSHALL W E, PIATKOWSKI D P, GARRICK N W. Community Design, Street Networks, and Public Health[J]. *Journal of Transport & Health*, 2014, 1(4): 326-340.

[15] 鲁斐栋, 谭少华. 建成环境对体力活动的影响研究: 进展与思考[J]. *国际城市规划*, 2015, 30(2): 62-70.

[16] 余洋, 唐晓婷, 刘俊环, 等. 基于手机健身数据的城市街道健康服务功能研究[J]. *风景园林*, 2018, 25(8): 18-23.

[17] REQUIA W J, ADAMS M D, ARAIN A, et al. Global Association of Air Pollution and Cardiorespiratory Diseases: A Systematic Review, Meta-Analysis, and Investigation of Modifier Variables[J]. *American Journal of Public Health*, 2018, 108(S2): 123-130.

[18] KOUIS P, KAKKOURA M, ZIOGAS K, et al. The Effect of Ambient Air Temperature on Cardiovascular and Respiratory Mortality in Thessaloniki, Greece[J]. *Science of the Total Environment*, 2019, 647: 1351-1358.

[19] 陈明, 戴菲, 傅凡, 等. 大气颗粒物污染视角下的城市街区健康规划策略[J]. *中国园林*, 2019, 35(6): 34-38.

[20] WANG R Y, YUAN Y, LIU Y, et al. Using Street View

Data and Machine Learning to Assess How Perception of Neighborhood Safety Influences Urban Residents' Mental Health[J]. *Health & Place*, 2019, 59: 102186.

[21] ZHAO J W, WU J X, WANG H D. Characteristics of Urban Streets in Relation to Perceived Restorativeness[J]. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 2020, 30(2): 309-319.

[22] WORLD HEALTH ORGANIZATION. Commission on Social Determinants of Health – Executive Summary[R/OL]. Geneva: WHO, 2008[2020-12-04]. http://www.who.int/social_determinants/final_report/csdh_finalreport_2008_execsumm.pdf.

[23] 徐磊青, 施婧. 步行活动品质与建成环境: 以上海三条商业街为例[J]. *上海城市规划*, 2017(1): 17-24.

[24] 雅各布斯. 美国大城市的死与生[M]. 金衡山, 译. 南京: 译林出版社, 2005.

[25] WENDEL-VOS W, DROOMERS M, KREMERS S, et al. Potential Environmental Determinants of Physical Activity in Adults: A Systematic Review[J]. *Obesity Reviews*, 2007, 8(5): 425-440.

[26] 马明, 摩戈尔, 蔡镇钰. 健康视角下绿色开放空间设计影响体力活动的要素研究[J]. *风景园林*, 2018, 25(4): 92-97.

[27] 于一凡, 胡玉婷. 社区建成环境健康影响的国际研究进展: 基于体力活动研究视角的文献综述和思考[J]. *建筑学报*, 2017(2): 33-38.

[28] 周热娜, 李洋, 傅华. 居住周边环境对居民体力活动水平影响的研究进展[J]. *中国健康教育*, 2012, 28(9): 769-771, 781.

[29] SARKAR C, WEBSTER C, PRYOR M, et al. Exploring Associations Between Urban Green, Street Design and Walking: Results from the Greater London Boroughs[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2015, 143: 112-125.

[30] 龙瀛, 赵健婷, 李双金, 等. 中国主要城市街道步行指数的大规模测度[J]. *新建筑*, 2018(3): 4-8.

[31] CAIN K L, MILLSTEIN R A, SALLIS J F, et al. Contribution of Streetscape Audits to Explanation of Physical Activity in Four Age Groups Based on the Microscale Audit of Pedestrian Streetscapes (MAPS)[J]. *Social Science & Medicine*, 2014, 116: 82-92.

[32] BOARNET M G, FORSYTH A, DAY K, et al. The Street Level Built Environment and Physical Activity and Walking: Results of a Predictive Validity Study for the Irvine Minnesota Inventory[J]. *Environment and Behavior*, 2011, 43(6): 735-775.

[33] 张莹, 刘东宁. 步行适宜性人居环境与体质健康关系的研究[J]. *环境与健康杂志*, 2013, 30(5): 449-452.

[34] LAI Y, KONTOKOSTA C E. Quantifying Place: Analyzing the Drivers of Pedestrian Activity in Dense Urban Environments[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2018, 180: 166-178.

[35] INOUE S, OHYA Y, ODAGIRI Y, et al. Association Between Perceived Neighborhood Environment and Walking among Adults in 4 Cities in Japan[J]. *Journal of Epidemiology*, 2010, 20(4): 277-286.

[36] LU Y, SARKAR C, XIAO Y. The Effect of Street-Level Greenery on Walking Behavior: Evidence from Hong Kong[J]. *Social Science & Medicine*, 2018, 208: 41-49.

[37] VICH G, MARQUET O, MIRALLES-GUASCH C. Green Streetscape and Walking: Exploring Active Mobility Patterns in Dense and Compact Cities[J]. *Journal of Transport & Health*, 2019, 12: 50-59.

[38] 郝新华, 龙瀛. 街道绿化: 一个新的可步行性评价指

- 标[J]. 上海城市规划, 2017 (1) : 32-36, 49.
- [39] YANG Y Y, WU X Y, ZHOU P L, et al. Towards a Cycling-Friendly City: An Updated Review of the Associations Between Built Environment and Cycling Behaviors (2007–2017)[J]. *Journal of Transport & Health*, 2019, 14: 100613.
- [40] INOUE S, MURASE N, SHIMOMITSU T, et al. Association of Physical Activity and Neighborhood Environment Among Japanese Adults[J]. *Preventive Medicine*, 2009, 48(4): 321-325.
- [41] 张莹, 刘欣. 上海市成年人自行车骑行行为及影响因素分析[J]. *中国预防医学杂志*, 2013, 14 (9) : 650-654.
- [42] 马明, 周靖, 蔡镇钰. 健康为导向的建成环境与体力活动研究综述及启示[J]. *西部人居环境学刊*, 2019, 34 (4) : 27-34.
- [43] HEINEN E, VAN WEE B, MAAT K. Commuting by Bicycle: An Overview of the Literature[J]. *Transport Reviews*, 2010, 30(1): 59-96.
- [44] HOU N Q, POPKIN B M, JACOBS D R, et al. Longitudinal Associations Between Neighborhood-Level Street Network with Walking, Bicycling, and Jogging: the CARDIA Study[J]. *Health & Place*, 2010, 16(6): 1206-1215.
- [45] 张霞, 席璟龙. 基于“骑行当量”的单车骑行坡度适宜性评价与分析: 以武汉大学校园为例[J]. *城市建筑*, 2019, 16 (7) : 52-58, 62.
- [46] 朱玮, 翟宝昕, 简单. 基于可视化 SP 法的城市道路自行车出行环境评价及优化: 模型构建及上海中心城区的应用[J]. *城市规划学刊*, 2016 (3) : 85-92.
- [47] KARUSISI N, BEAN K, OPPERT J M, et al. Multiple Dimensions of Residential Environments, Neighborhood Experiences, and Jogging Behavior in the RECORD Study[J]. *Preventive Medicine*, 2012, 55(1): 50-55.
- [48] 刘滨谊, 彭旭路. 上海南京东路热舒适分析与评价[J]. *风景园林*, 2019, 26 (4) : 83-88.
- [49] 杜晓寒, 石玉蓉, 张宇峰. 广州生活性街谷热环境数值模拟研究与设计[J]. *建筑科学*, 2015, 31 (12) : 78-87.
- [50] 赵敬源, 刘加平. 城市街谷热环境数值模拟及规划设计对策[J]. *建筑学报*, 2007 (3) : 37-39.
- [51] GIRIDHARAN R, LAU S S Y, GANESAN S, et al. Lowering the Outdoor Temperature in High-Rise High-Density Residential Developments of Coastal Hong Kong: The Vegetation Influence[J]. *Building and Environment*, 2008, 43(10): 1583-1595.
- [52] KLEMM W, HEUSINKVELD B G, LENZHOLZER S, et al. Street Greenery and Its Physical and Psychological Impact on Thermal Comfort[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2015, 138: 87-98.
- [53] 杨小乐, 金荷仙, 彭海峰, 等. 基于夏季小气候效应的杭州街道适应性设计策略研究[J]. *风景园林*, 2019, 26 (2) : 100-104.
- [54] MA X, FUKUDA H, ZHOU D, et al. The Evaluation of Outdoor Thermal Sensation and Outdoor Energy Efficiency of a Commercial Pedestrianized Zone[J]. *Energies*, 2019, 12(7): 1324.
- [55] 郭尚霖, 孙一民. 城市设计要素对热岛效应的影响分析: 广州地区案例研究[J]. *建筑学报*, 2015 (10) : 79-82.
- [56] 郭尚霖, 孙一民. 广州地区街道微气候模拟及改善策略研究[J]. *城市规划学刊*, 2016 (1) : 56-62.
- [57] YANG F, QIAN F, LAU S S Y. Urban Form and Density as Indicators for Summertime Outdoor Ventilation Potential: A Case Study on High-Rise Housing in Shanghai[J]. *Building and Environment*, 2013, 70: 122-137.
- [58] 金雨蒙, 颜廷凯, 金虹. 严寒地区围合住区街道风环境模拟研究[J]. *城市建筑*, 2017 (26) : 9-12.
- [59] 王兰, 蒋希冀, 孙文尧, 等. 城市建成环境对呼吸健康的影响及规划策略: 以上海市某城区为例[J]. *城市规划*, 2018, 42 (6) : 15-22.
- [60] REIMINGER N, VAZQUEZ J, BLOND N, et al. CFD Evaluation of Mean Pollutant Concentration Variations in Step-Down Street Canyons[J]. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 2020, 196: 104032.
- [61] 王纪武, 穆吟. 基于街谷尾气污染应对的空间策略研究[J]. *城市规划*, 2013, 37 (5) : 54-60.
- [62] MIAO C P, YU S, HU Y M, et al. How the Morphology of Urban Street Canyons Affects Suspended Particulate Matter Concentration at the Pedestrian Level: An In-situ Investigation[J]. *Sustainable Cities and Society*, 2020, 55: 102042.
- [63] CHAN A T, SO E S P, SAMAD S C. Strategic Guidelines for Street Canyon Geometry to Achieve Sustainable Street Air Quality[J]. *Atmospheric Environment*, 2001, 35(24): 4089-4098.
- [64] 梁廷政, 柳靖, 牛场场. 空气温度差异对城市街道峡谷通风及污染物分布特征影响的研究[J]. *建筑科学*, 2019, 35 (2) : 108-115.
- [65] 戴菲, 陈明, 朱晟伟, 等. 街区尺度不同绿化覆盖率对 PM₁₀、PM_{2.5} 的消减研究: 以武汉主城区为例[J]. *中国园林*, 2018, 34 (3) : 105-110.
- [66] 殷杉, 蔡静萍, 陈丽萍, 等. 交通绿化带植物配置对空气颗粒物的净化效益[J]. *生态学报*, 2007 (11) : 4590-4595.
- [67] 陈小平, 汪小爽, 周志翔. 道路绿化隔离带消减颗粒物效应及配置参数研究[J]. *中国园林*, 2019, 35 (8) : 110-114.
- [68] GUO L, LUO J, YUAN M, et al. The Influence of Urban Planning Factors on PM_{2.5} Pollution Exposure and Implications: A Case Study in China Based on Remote Sensing, LBS, and GIS Data[J]. *Science of the Total Environment*, 2019, 659: 1585-1596.
- [69] 张昊, 尹力. 建成环境对行人安全性和步行性的影响: 文献综述和案例分析[J]. *上海城市规划*, 2020 (2) : 44-48.
- [70] LEE H, KIM S N. Shared Space and Pedestrian Safety: Empirical Evidence from Pedestrian Priority Street Projects in Seoul, Korea[J]. *Sustainability*, 2019, 11(17): 4645.
- [71] RIGGS W. Perception of Safety and Cycling Behaviour on Varying Street Typologies: Opportunities for Behavioural Economics and Design[J]. *Transportation Research Procedia*, 2019, 41: 204-218.
- [72] 谭少华, 李英侠. 住区街道步行安全影响因素实证研究[J]. *城市问题*, 2014 (8) : 50-54.
- [73] LUSK A C, FURTH P G, MORENCY P, et al. Risk of Injury for Bicycling on Cycle Tracks Versus in the Street[J]. *Injury Prevention*, 2011, 17(2): 131-135.
- [74] HANSON C S, NOLAND R B, BROWN C. The Severity of Pedestrian Crashes: An Analysis Using Google Street View Imagery[J]. *Journal of Transport Geography*, 2013(33): 42-53.
- [75] YANG R N, WANG Z Y, LIN P S, et al. Safety Effects of Street Lighting on Roadway Segments: Development of a Crash Modification Function[J]. *Traffic Injury Prevention*, 2019, 20(3): 296-302.
- [76] 徐磊青, 江文津, 陈箐. 公共空间安全感研究: 以上海城市街景感知为例[J]. *风景园林*, 2018, 25 (7) : 23-29.
- [77] 江文津, 徐磊青, 陈箐. 城市安全感与文化差异: 以两个美国城市街景图片的实验为例[J]. *住区*, 2018 (6) : 23-30.
- [78] 张昭希, 陈泳. 基于老龄人的人行道步行安全感感知分析[C]//中国公路学会. 2018 世界交通运输大会论文集. 北京: 中国公路学会, 2018: 1505-1517.
- [79] HARVEY C, AULTMAN-HALL L, HURLEY S E, et al. Effects of Skeletal Streetscape Design on Perceived Safety[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2015, 142: 18-28.
- [80] 卢峰, 康凯. 山地城市街道的包容性设计: 针对老年人非正式使用的设计策略[J]. *西部人居环境学刊*, 2017, 32 (6) : 25-30.
- [81] 曹根榕, 卓健. 彰显规划关怀的包容性街道规划建设策略[J]. *规划师*, 2017, 33 (9) : 16-21.
- [82] BASU S, NAGENDRA H. The Street as Workspace: Assessing Street Vendors' Rights to Trees in Hyderabad, India[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2020, 199: 103818.
- [83] 刘星, 盛强, 杨振盛. 步行通达性对街区空间活力与交往的影响[J]. *上海城市规划*, 2017 (1) : 56-61.
- [84] 杨贵庆, 赵力生. 创新型城市道路交通特征及其对社会交往的作用: 基于 2 个 Cambridge 城市案例的分析[J]. *上海城市规划*, 2012 (2) : 59-63.
- [85] MEHTA V. Lively Streets: Determining Environmental Characteristics to Support Social Behavior[J]. *Journal of Planning Education and Research*, 2007, 27(2): 165-187.
- [86] 黄丹, 戴冬晖. 生活性街道构成要素对活力的影响: 以深圳典型街道为例[J]. *中国园林*, 2019, 35 (9) : 89-94.
- [87] 徐磊青, 康琦. 商业街的空间与界面特征对步行者停留活动的影响: 以上海市南京西路为例[J]. *城市规划学刊*, 2014 (3) : 104-111.
- [88] 陈泳, 赵杏花. 基于步行者视角的街道底层界面研究: 以上海市淮海路为例[J]. *城市规划*, 2014, 38 (6) : 24-31.
- [89] 盛强, 胡彦学, 宋阳. 空间形态与绿化因素对夏季胡同居民社会聚集的影响[J]. *风景园林*, 2019, 26 (6) : 23-28.
- [90] CAN I, HEATH T. In-between Spaces and Social Interaction: A Morphological Analysis of Izmir Using Space Syntax[J]. *Journal of Housing and the Built Environment*, 2016, 31(1): 31-49.
- [91] IZENBERG J M, FULLILOVE M T. Hospitality Invites Sociability, Which Builds Cohesion: A Model for the Role of Main Streets in Population Mental Health[J]. *Journal of Urban Health*, 2016, 93(2): 292-311.
- [92] 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.

图表来源 (Sources of Figure and Tables):

图 1 由作者绘制; 表 1 根据文献 [25-26] 改绘; 表 2 由作者依据相关参考文献整理。

(编辑 / 刘玉霞)