

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.

## 不同健康影响路径下的城市绿地空间特征

# Spatial Characteristics of Urban Green Space under Different Health Impact Pathways

干靓 杨伟光 王兰\*

GAN Jing, YANG Weiguang, WANG Lan\*

开放科学 (资源服务)  
标识码 (OSID)



中图分类号: TU985, TU984  
文献标识码: A  
文章编号: 1673-1530(2020)04-0095-06  
DOI: 10.14085/j.fjyl.2020.04.0095.06  
收稿日期: 2019-09-26  
修回日期: 2020-02-07

干靓 / 女 / 博士 / 同济大学建筑与城市规划学院副教授 / 研究方向为城市生态规划、城市生物多样性与建成环境  
GAN Jing, Ph.D., is an associate professor in the College of Architecture and Urban Planning, Tongji University. Her research focuses on urban ecological planning, urban biodiversity and built environment.

杨伟光 / 男 / 同济大学建筑与城市规划学院在读硕士研究生 / 研究方向为生态与健康城市规划  
YANG Weiguang is a master student in the College of Architecture and Urban Planning, Tongji University. His research focuses on planning of ecological and healthy cities.

王兰 / 女 / 博士 / 同济大学建筑与城市规划学院教授、博士生导师 / 研究方向为健康城市、高铁新城和全球城市的空间规划与治理  
通信作者邮箱 (Corresponding author Email) : wanglan@tongji.edu.cn  
WANG Lan, Ph.D., is a professor and doctoral supervisor in the College of Architecture and Urban Planning, Tongji University. Her research focuses on spatial planning and governance of healthy cities, high-speed rail new towns and global cities.

**摘要:** 基于文献梳理, 从减少健康风险暴露、促进健康行为活动和提高心理恢复能力 3 方面讨论城市绿地与公共健康关联的基本路径, 针对不同健康影响路径归纳总结分布格局特征、周边联系特征、内部环境特征 3 类城市绿地空间特征和实证变量指标, 分析各项空间特征的健康促进效益。从规划设计实践需求角度提出未来的研究需要从权衡主导风险影响、构建高线指标要求、深化微观促进机制、优化指标度量视角等方面予以完善, 以期健康导向的绿地规划设计提供依据, 推进健康绿地循证设计。

**关键词:** 风景园林; 城市绿地; 健康影响路径; 空间特征; 循证设计

**基金项目:** 国家自然科学基金面上项目 (编号 51978477, 41871359)

**Abstract:** Based on recent literature, this paper discusses three public health impact pathways of the urban green space, including reducing health risk exposure, promoting healthy activities and improving psychological restorativeness. Then, it explores the spatial characteristics of urban green space with their variables in empirical studies under different pathways to impact public health in three dimensions: distribution pattern characteristics, peripheral contact characteristics, and interior environment characteristics. It analyzes the benefits of these spatial characteristics to promote public health. The paper concludes with further research directions including trade-off dominant healthy risks, proposing higher requirements for healthy indicators, deepening researches on the promotion mechanism in the micro scale, and optimizing variables measurement, so as to provide references for healthy-oriented urban green space planning and promote evidence-based design for healthy green space.

**Keywords:** landscape architecture; urban green space; health impact pathway; spatial characteristic; evidence-based design

**Fund Items:** General Program of the National Natural Science Fund of China (No. 51978477, 41871359)

城市绿地是城市自然生态系统的重要组成部分, 具有净化环境、调节小气候、提供景观与休憩场所等生态系统服务功能<sup>[1]</sup>, 能够对人类的生理和心理健康产生积极作用。近年来, 城市绿地与公共健康的研究受到广泛关注, 随着多源数据融合和时空计量研究方法的广泛应用, 相关研究日益趋近绿地健康影响作用机制的真实状况, 国内外学者对城市绿地健康影响路径的研究日趋完善。Hartig 等<sup>[2]</sup>、Shanahan 等<sup>[3]</sup>从绿地的自然属性, Markevych 等<sup>[4]</sup>从绿地功能,

Van Den Bosch 等<sup>[5]</sup>和 Aerts 等<sup>[6]</sup>以绿地生态系统服务功能为视角, 马明等<sup>[7]</sup>从绿色开放空间的健康作用过程, 姚亚男等<sup>[8]</sup>从绿地作为生态产品和促进健康行为的角度, 为解读城市绿地健康影响路径提供了线索和框架。但规划设计实践者仍然存在疑惑, 如: 为促进特定健康效益, 绿地分布是集中还是分散更好? 布局在什么位置更合适? 绿地内部结构、设施、植被配置怎样才更合理? 这些问题需要系统且有针对性的回答, 对于不同影响路径下具体绿地空

间特征的作用机制有待深化。

鉴于此,笔者基于 Web of Science<sup>TM</sup> 和中国知网等文献数据库,参考国内外文献中提出的关键词<sup>[5]375</sup>,以城市绿地(urban green space)、公共健康(public health)、空气污染(air pollution)、城市热岛(heat island)、噪声(noise)、体力活动(physical activity)、社会交往(social contact)、自然体验(experience of nature)、心理恢复(restorative)作为主题词,进行相关文献检索。共检索相关中英文文献 120 篇,经筛选后,最终基于 55 篇进行分析。根据归纳总结的城市绿地对健康影响的基本路径,笔者对分布格局特征、周边联系特征与内部环境特征 3 类城市绿地空间特征及其健康促进效益进行了梳理,以期健康导向的绿地规划设计实践提供依据,从而支撑健康绿地循证设计,并从实践需求角度对基础实证研究的深化方向提出建议(图 1)。

## 1 城市绿地的健康影响路径

城市建成环境对公共健康的影响主要体现在各空间要素对城市环境、人群行为模式、心理状态等方面的影响<sup>[9-10]</sup>。因此,笔者将城市绿地的健康影响路径归纳为:减少健康风险暴露、促进健康行为活动和提高心理恢复能力 3 方面。

### 1.1 减少健康风险暴露

健康风险包括空气污染、城市热岛以及噪声污染等。空气污染是造成心血管疾病的主要风险因素<sup>[11]</sup>。城市绿地能够降低空气污染,因为植被叶片能去除 SO<sub>2</sub> 等污染物,叶片表面还能沉降悬浮颗粒物;绿地通过降温增湿减少冷却能源使用,从而减少燃料排放污染<sup>[12]</sup>。炎热环境与心血管和呼吸系统死亡率相关<sup>[13]</sup>。城市绿地缓解热岛效应的方式有两种:1)由植被遮蔽建筑或通过蒸腾蒸发冷却周边环境;2)通过减少城市冷却能源需求来减少温室气体排放<sup>[14]</sup>,从而有效影响与炎热环境相关的死亡率<sup>[15]</sup>。噪声污染能影响居民睡眠、增加心血管疾病的患病风险<sup>[16]</sup>。城市绿地所形成的绿化屏障通过声波衍射、吸收等方式降低噪声,阻隔其传播<sup>[17]</sup>,虫鸣鸟叫等自然声也

可以降低非自然声影响,缓冲噪声产生的心理压力<sup>[18]</sup>。

### 1.2 促进健康行为活动

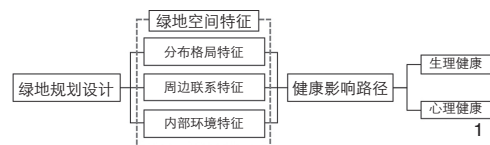
健康行为包括自然体验活动、体力活动和社会交往活动。缺乏与自然直接接触可能面临健康风险<sup>[19]</sup>。城市居民与自然接触最好的地点即是城市绿地<sup>[20]</sup>。周边绿地的覆盖率与距离会影响自然体验活动的参与性<sup>[21]114, [22]32</sup>。缺乏体力活动是全球非传染性慢性疾病增加的一大因素<sup>[23]</sup>。城市绿地可以提供安全、便捷、有吸引力的场地来引导人们进行体力活动<sup>[24]</sup>。绿色环境中进行的体力活动,比在其他环境条件下更有益于身心健康<sup>[25]</sup>。生活在公园绿地周围的居民进行体力活动的频率更高<sup>[26]</sup>。绿地作为公共开放空间为邻里交往提供机会<sup>[27]</sup>,来自不同背景的人们可在参与绿地活动的过程中通过反复的视觉接触以及短时间的户外对话和问候来建立更好的邻里关系<sup>[28]</sup>,减少负面情绪产生的可能。研究表明社会交往是绿地与公共健康之间重要的中介变量<sup>[29]</sup>。

### 1.3 提高心理恢复能力

城市绿地在缓解压力、改善情绪、恢复注意力和调节心理疾病等方面具有独特作用<sup>[30]</sup>。绿地能够提高心理恢复能力的原理可以用减压理论和注意力恢复理论解释<sup>[31]</sup>。前者认为人类天生就倾向于寻找无害的自然环境来放松,压力大的人与自然接触后会引发副交感神经系统反应,从而产生更加舒适放松的积极情绪状态<sup>[32]</sup>。后者认为,在自然环境中对有趣而丰富的场景给予无意识的注意有助于恢复精力,从而提高认知能力<sup>[33]</sup>。

## 2 不同健康影响路径下的城市绿地空间特征

绿地分布格局特征指绿地在城市中的空间分布(集中或分散);绿地周边联系特征指绿地与其他用地的联系状况,包括可获得性<sup>①</sup>、可达性<sup>②</sup>等;绿地内部环境特征指单个绿地的自身特征,包括几何特征(面积、形状)、场地特征(设施、地形地貌等)、植被特征(植被类型、数量和群落结构等)以及生物多样性特征(物种种类、数量)等方面。不同层面的绿地空间特征在一种或多种



1 整体分析框架  
Overall analytical framework

影响路径下发挥绿地的健康效益。

### 2.1 减少健康风险暴露的绿地空间特征

#### 2.1.1 减少空气污染的绿地空间特征

绿地斑块聚集性、可获得性以及植被特征对减少空气污染具有重要作用。绿地斑块聚集性越高或者研究区周边缓冲区内绿化覆盖率越高,大气颗粒物浓度越低<sup>[34]98, [35]1, [36]105, [37]33</sup>。绿地内部的植被特征也会影响大气颗粒物浓度,植被的横向结构、竖向结构及植被类型在一定程度上有助于削减大气颗粒物<sup>[38]1685</sup>;沿街绿地中的乔灌木配置组合对大气颗粒物削减能力最强<sup>[39]293</sup>;针阔叶混交林复合配置对颗粒物具有较好的净化效果<sup>[40]932</sup>。

#### 2.1.2 缓解城市热岛的绿地空间特征

绿地斑块聚集性、连通性、可获得性特征以及面积与形状会影响城市绿地降温效果。尽管斑块聚集性和连通性影响绿地降温效果存在不同结论,但多数研究支持更高的聚集性和连通性有更好的降温效果<sup>[41]45, [42]349</sup>。提高绿地的可获得性也有助于缓解城市热岛<sup>[43]56, [43]55</sup>。单个绿地面积越大降温作用越好,但发挥显著降温效果的绿地面积阈值存在差异<sup>[44]428, [45]7</sup>。在台北的研究发现 3 hm<sup>2</sup> 以上的公园绿地具有稳定的降温效果<sup>[46]</sup>;在北京的研究发现 5 hm<sup>2</sup> 以上的绿地降温增湿效果极其明显且恒定<sup>[47]</sup>;在重庆的研究则表明面积超过 14 hm<sup>2</sup> 时绿地降温效果明显<sup>[48]</sup>;这些结论不同的原因可能是地区气候环境差异<sup>[49]</sup>。此外,同等面积的绿地形状越复杂,其降温效果越好<sup>[45]5, [50]87</sup>。

#### 2.1.3 减少噪声污染的绿地空间特征

减少噪声污染方面,植被层次越丰富,减噪效果越好<sup>[51]68, [52]25</sup>。道路旁植被配置时应注意增加水平和垂直向上植物群落层次,并将高大乔木种植在靠近高架路一侧,植物群落高度依次递减可以达到较好的减噪效果(表 1)。

表 1 减少健康风险暴露的绿地空间特征

Tab. 1 Green space characteristics to reduce health risk exposure

影响路径	绿地空间特征	实证度量指标	参考文献	
减少空气污染	分布格局	聚集性高 (集中布局)	景观分割指数 (landscape division index, 简称 DIVISION); 蔓延度指数 (contagion index, 简称 CONTAG)	[34]100, [35]6
		周边联系	可获得性高	缓冲区内绿化百分比
	内部环境	乔灌木复合配置	植被组合类型	[38]1687, [39]289
		针阔叶混交林复合配置	植被组合类型	[40]932
缓解城市热岛	分布格局	聚集性高 (集中布局)	斑块密度 (path density, 简称 PD)	[41]48, [42]349
		连通性高	面积加权欧式最近距离 (area-weighted euclidean nearest neighbour distance, 简称 ENN_AM)	[41]48, [43]39
	周边联系	可获得性高	缓冲区内绿化百分比	[41]48, [43]39
		规模面积大	单个绿地面积	[44]428, [45]3
内部环境	边界形状复杂	面积加权平均形状指数 (area-weighted mean shape index, 简称 SHAPE_AM)	[45]5, [50]93	
	分布格局	—	—	—
减少噪声污染	周边联系	—	—	—
	内部环境	乔灌木复合配置	植被组合类型	[51]70, [52]27

表 2 促进健康行为活动的绿地空间特征

Tab. 2 Green space characteristics of health-promoting activities

影响路径	绿地空间特征	实证度量指标	参考文献	
促进自然体验活动	分布格局	聚集性低 (分散布局)	集中或分散的类别变量	[53]71
		周边联系	可达性高	到绿地的距离或时间
	内部环境	可获得性高	缓冲区内绿化百分比	[21]114, [22]32
		安全、整洁、维护良好	安全卫生维护评分	[56]152, [57]52
促进体力活动	周边联系	设施多样	设施类型及其评分	[57]52, [59]1
		可感官体验的自然生境	自然生境类型及其评分	[60]1534, [61]1
	内部环境	生物多样性丰富	物种类型与数量	[63]174, [64]394
促进社会交往	分布格局	—	—	—
	周边联系	可达性高	到绿地的距离或时间	[67]426, [68]
		可获得性高	缓冲区内公园面积、数量, 缓冲区内有无绿地	[65]6, [66]96
	内部环境	安全、整洁、维护良好	安全卫生维护评分	[70]7, [71]124
设施多样		设施类型及其评分	[73]26, [74]11	
促进社会交往	分布格局	—	—	—
	周边联系	可达性高	到绿地的距离或时间	[76]44, [78]522
		可获得性高	缓冲区内绿化百分比	[75]586, [77]657
	内部环境	安全、整洁、维护良好	安全卫生维护评分	[76]44
植被种类丰富		植被类型	[79]27	

## 2.2 促进健康行为活动的绿地空间特征

### 2.2.1 促进自然体验活动的绿地空间特征

绿地各层面特征都会影响居民自然体验活动。绿地斑块聚集性低, 布局相对分散, 则周边居民的自然体验活动参与频率和时长较高<sup>[53]69</sup>。绿地可达性与可获得性越高, 居民自然体验活动的参与性也越高<sup>[21]114, [22]32, [54]7977, [55]385</sup>。安全、整洁和维护良好的绿地是居民参与自然体验活动的前提条件<sup>[56]152, [57]52</sup>。居民在面积大的绿地中自然体验活动参与频率低, 但活动持续时间长; 在面积小的绿地中活动频率高, 但活动时长短<sup>[58]</sup>。绿地内有健身步道也能促进居民体验自然<sup>[59]1</sup>; 对青少年儿童而言, 秋千、滑梯等娱乐设施是他们访问绿地的重要因素<sup>[57]57</sup>。绿地的自然特征, 如有自然界面的小溪<sup>[60]1564</sup>、可攀爬的树木、可以野餐的草地<sup>[61]1</sup>、不同的地形环境<sup>[62]</sup>都会影响居民的自然体验参与。绿地的生物多样性特征也是一项重要因素<sup>[63]174, [64]394</sup>, 物种种类与数量越丰富, 居民自然体验活动参与性越高。

### 2.2.2 促进体力活动的绿地空间特征

绿地的可达性、可获得性、场地特征也

会影响居民的体力活动。绿地的可获得性越高, 居民参与体力活动意愿越强<sup>[63]6, [64]96</sup>。到达绿地的距离和时间越长, 居民体力活动的频率也越低<sup>[67]426, [68]1</sup>。有研究指出住家周边至少 300 m 内有绿地才能更好地促进体力活动, 也有研究指出该距离不能超过 400 m (10 min 步程), 而 100 m 是更优的距离<sup>[69]</sup>。绿地的安全性是人们进入的前提条件, 也会影响体力活动的持续时间<sup>[70]7, [71]124</sup>。绿地内的设施配置同样会影响居民的体力活动。例如游乐场、运动场、跑道和饮水机等设施对鼓励儿童参与体力活动尤为重要<sup>[72]</sup>; 绿地内安装户外健身器材后, 居民体力活动强度显著增加<sup>[73]26</sup>; 居民对绿地中游乐场、咖啡馆、厕所等设施的品质评分与体力活动呈正相关<sup>[74]11</sup>。

### 2.2.3 促进社会交往的绿地空间特征

绿地的可达性、可获得性、场地与植被特征会影响居民的社会交往活动。提高居住地周边绿地的可获得性与可达性在一定程度上能促进社会交往<sup>[75]586, [76]44</sup>。对欧洲 4 个城市社区绿地与社会交往关系的研究发现: 社区绿地可

获得性越高, 居民社会交往活动越多<sup>[77]657</sup>。在美国洛杉矶的研究发现到公园绿地的距离会影响居民社交活动<sup>[78]522</sup>。绿地的安全与维护是居民发生社交活动的前提条件<sup>[79]44</sup>。丰富的植物要素也能在一定程度上强化居民对交往氛围的感知, 从而促进人们进行聊天、棋牌、喝茶等社交活动<sup>[79]27</sup> (表 2)。

### 2.3 提高心理恢复能力的绿地空间特征

提高心理恢复能力的绿地空间特征包括周边联系特征以及绿地内部环境的场地、植被和生物多样性特征。居民直接与绿地内各要素接触, 通过各种感官感受绿地的恢复效益, 因此绿地内部环境特征对提高心理恢复能力影响更大<sup>[80]</sup>。

提高绿地的可获得性与可达性在一定程度上有益于心理恢复<sup>[81]63, [82], [83]223, [84]99</sup>。对心理恢复影响最大的是绿地的植被与生物多样性特征, 场地中的设施、地形等也有一定影响<sup>[85]1, [86], [87]9</sup>。绿地内鸟类等生物的多样性越丰富, 被试者的心理恢复效益就越好<sup>[87]9</sup>; 受访者可感知的蝶类、蜜蜂等昆虫的物种丰富度与心理恢复存

表 3 提高心理恢复能力的绿地空间特征

Tab. 3 Green space characteristics of psychological restorativeness

影响路径	绿地空间特征	实证度量指标	参考文献
分布格局	—	—	—
周边联系	可达性高	到绿地的距离	[81]63, [84]99
	可获得性高	缓冲区内绿化百分比, 归一化植被指数	[81]63, [83]223
提高心理恢复能力	植被种类丰富	植被类型	[79]27, [87]9
	乔灌木复合配置	植被组合类型	[88]120
内部环境	设施多样	设施类型及其评分	[79]26, [85]9
	地形丰富	地形类别	[79]26
	生物多样性丰富	物种类型与数量	[87]9, [88]120

表 4 不同影响路径下的城市绿地空间特征

Tab. 4 Urban green space characteristics under different impact pathways

绿地空间特征	减少健康风险暴露			促进健康行为			提高心理恢复能力
	减少空气 污染	缓解城市 热岛	减少噪 声污染	促进自然 体验活动	促进体 力活动	加强社 会交往	
分布格局	斑块聚集性	+	+	-			
	斑块连接性	+					
周边联系	可获得性	+	+	+	+	+	+
	可达性				+	+	+
几何特征	规模面积	+					
	边界形状	+					
植被特征	植被构成	+	+				
	植被种类	+		+	+	+	
内部环境	设施种类				+	+	
	地形地貌				+		
	安全整洁				+	+	+
生物多样性	物种种类				+	+	
	物种数量				+	+	

注: + 为正面影响效益; - 为负面影响效益; 空白处为无影响效益。

在一定相关性<sup>[88]120</sup>。绿地中的植物有助于提高居民对景观优美度的判断,从而引发静坐冥想、观景聊天等休闲行为<sup>[79]27, [87]9</sup>;乔灌木搭配并且种植本地物种更有助心理恢复<sup>[88]120</sup>。此外,绿地内多变的地形与丰富的设施能激发使用者对景观优美度与交往氛围感的心理认知,从而有益于心理复愈<sup>[79]26</sup>。也有研究发现受访者对绿地内设施品质的评分越高,其心理困扰就越少<sup>[85]9</sup>(表3)。

## 2.4 小结

不同的绿地特征通过不同路径影响着公共健康,具体指标可表征不同层面空间特征(表4)。分布格局特征多与物理环境过程(降温、增湿等)相关,主要通过减少健康风险暴露来发挥绿地的健康效益。周边联系特征主要针对居民的行为活动参与性;而内部环境特征则与居民行为活动的体验性相关,好的活动体验将促进活动的参与。周边联系特征和内部环境特征共同促进健康行为的发生。此外,绿地的内部环境特征可能影响居民的心理恢复效果,尤其是植被和生物多样性特征能有效地为居民提高心理恢复能力。

## 3 结论与启示

笔者以健康绿地规划设计的实际需求为

导向,总结城市绿地在减少健康风险暴露、促进健康行为活动和提高心理恢复能力3方面的健康影响路径,针对分布格局、周边联系、内部环境3类城市绿地空间,辨析不同健康影响路径的具体特征及其分析指标。基于这样的特征指标和路径的梳理将有利于明确绿地规划设计中的要点和重点。

1) 绿地分布格局特征主要通过绿地斑块的聚集性和连通性来度量,值得注意的是,这类特征在不同影响路径下所具有的健康效益趋向呈现出相反的结论。在同等绿地规模下,相对均等且分散布局能够提高居民的可达性,这对促进自然体验活动有益;但对于减少空气污染和缓解城市热岛,布局相对集中的绿地才能发挥出绿地相应的健康效益。所以针对绿地分布格局的研究需要权衡主导风险,找到布局的平衡点或阈值,辨析地区存在的不同健康风险影响,根据数据分析提出差异化的健康导向绿地规划设计策略。

2) 以绿化覆盖率为代表的可获得性特征在3方面健康影响路径中都能发挥作用;可达性特征则主要作用于促进健康行为和帮助心理恢复。现有设计规范已提供了包含绿地面积、绿地率、绿化覆盖率在内的绿地规模指标的环境底线要求。未来需要开展更具针对

性的实证研究,量化健康效益,提出更高健康导向的绿地服务半径、通达路径、步行距离和时间等指标要求。

3) 内部环境特征主要作用于促进健康行为活动和提高心理恢复能力方面。人的行为与心理感受主要受到微观空间影响,绿地内部环境中人工要素和自然要素之间的平衡,以及空间特征的细化设计是该层面重要的关注点。在土地资源有限、绿地规模较难大幅度增长的存量规划时代,其内部环境品质对于规划设计更显重要。有待进一步分析绿地内的游乐和服务设施配置、自然基底丰富度与趣味性、绿化维护管理方式、实际与可感知的动植物物种丰富度等微观要素,辨析其对特定的健康行为的促进效应和心理恢复作用。

除少数研究提出了具有降温增湿效益的绿地面积阈值外,大部分研究尚未明确提出具有直接设计指导价值的量化指标,如多大的绿地规模能有效鼓励体力活动?距离绿地多远能最大化鼓励自然体验活动?什么样的植被配比有最佳的噪声防治作用?究其原因当前实证研究中采用的度量指标大多基于其他学科背景,即使针对城市建成环境,其研究结果也过于宽泛,较难作为设计指标在规划设计中进行精准干预。因此很有必要从

实践角度对当前实证研究中的度量指标提出新的要求。

健康是人与周边环境持续互动的结果。城市空间设计无法改变人的遗传特征，但能够通过改善城市环境并影响人的环境暴露和行为习惯，影响人的健康福祉。笔者系统梳理了城市绿地空间特征对健康的不同影响路径，细化特征指标，辨析了已充分证明和有待深化的研究重点，提出未来的研究需要从权衡主导风险影响、构建高线指标要求、深化微观促进机制、优化指标度量视角等方面予以完善，以期推进健康绿地循证设计，也为城市建设管理者提出更精准的绿地空间设计政策提供建议。

#### 注释 (Notes):

- ① 绿地的可获得性 (availability) 是指在居住、工作地等研究区周围缓冲区内绿地的数量，可以用百分比、个数或面积大小表示，绿化覆盖率可作为可获得性的一种表征方式。
- ② 绿地的可达性 (accessibility) 是指居住、工作地等研究区与绿地空间的接近程度，可以用缓冲区、距离或到达时间表示。

#### 参考文献 (References):

- [1] 李锋, 王如松. 城市绿地系统的生态服务功能评价、规划与预测研究: 以扬州市为例 [J]. 生态学报, 2003 (9): 1929-1936.
- [2] HARTIG T, MITCHELL R, DE VRIES S, et al. Nature and Health[J]. Annual Review of Public Health, 2014, 35(1): 207-228.
- [3] SHANAHAN D F, LIN B B, BUSH R, et al. Toward Improved Public Health Outcomes from Urban Nature[J]. American Journal of Public Health, 2015, 105(3): 470-477.
- [4] MARKEVYCH I, SCHOIERER J, HARTIG T, et al. Exploring Pathways Linking Greenspace to Health: Theoretical and Methodological Guidance[J]. Environmental Research, 2017, 158: 301-317.
- [5] VAN DEN BOSCH M, ODE SANG Å. Urban Natural Environments as Nature-based Solutions for Improved Public Health: A Systematic Review of Reviews[J]. Environmental Research, 2017, 158: 373-384.
- [6] AERTS R, HONNAY O, VAN NIEUWENHUYSE A. Biodiversity and Human Health: Mechanisms and Evidence of the Positive Health Effects of Diversity in Nature and Green Spaces[J]. British Medical Bulletin, 2018, 127(1): 5-22.
- [7] 马明, 蔡镇钰. 健康视角下城市绿色开放空间研究: 健康效用及设计应对 [J]. 中国园林, 2016, 32 (11): 66-70.
- [8] 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.
- [9] 王兰, 廖舒文, 赵晓菁. 健康城市规划路径与要素辨析 [J]. 国际城市规划, 2016, 31 (4): 4-9.
- [10] 王兰, 廖舒文, 王敏. 影响呼吸系统健康的城市绿地

空间要素研究: 以上海市某中心区为例 [J]. 城市建筑, 2018 (9): 10-14.

- [11] 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): S123-S130.
- [12] VAILSHERY L S, JAGANMOHAN M, NAGENDRA H. Effect of Street Trees on Microclimate and Air Pollution in a Tropical City[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2013, 12(3): 408-415.
- [13] 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.
- [14] MORAIS M V B DE, FREITAS E D DE, URBINA GUERRERO V V, et al. A Modeling Analysis of Urban Canopy Parameterization Representing the Vegetation Effects in the Megacity of São Paulo[J]. Urban Climate, 2016, 17: 102-115.
- [15] SON J Y, LANE K J, LEE J T, et al. Urban Vegetation and Heat-related Mortality in Seoul, Korea[J]. Environmental Research, 2016, 151: 728-733.
- [16] RECIO A, LINARES C, RAMON BANEGAS J, et al. Impact of Road Traffic Noise on Cause-specific Mortality in Madrid (Spain)[J]. Science of the Total Environment, 2017, 590-591: 171-173.
- [17] VAN RENTERGHEM T, FORSSÉN J, ATTENBOROUGH K, et al. Using Natural Means to Reduce Surface Transport Noise during Propagation Outdoors[J]. Applied Acoustics, 2015, 92: 86-101.
- [18] VAN RENTERGHEM T, BOTTELDOOREN D. View on Outdoor Vegetation Reduces Noise Annoyance for Dwellers near Busy Roads[J]. Landscape and Urban Planning, 2016, 148: 203-215.
- [19] ANNERSTEDT M, JÖNSSON P, WALLERGÅRD M, et al. Inducing Physiological Stress Recovery with Sounds of Nature in a Virtual Reality Forest: Results from a Pilot Study[J]. Physiology & Behavior, 2013, 118: 240-250.
- [20] LIN B B, FULLER R A, BUSH R, et al. Opportunity or Orientation? Who Uses Urban Parks and Why[J]. PLoS One, 2014, 9(1): e87422.
- [21] SOGA M, YAMANOI T, TSUCHIYA K, et al. What are the Drivers of and Barriers to Children's Direct Experiences of Nature?[J]. Landscape and Urban Planning, 2018, 180: 114-120.
- [22] KESSEL A, GREEN J, PINDER R, et al. Multidisciplinary Research in Public Health: A Case Study of Research on Access to Green Space[J]. Public Health, 2009, 123(1): 32-38.
- [23] KOHL H W, CRAIG C L, LAMBERT E V, et al. The Pandemic of Physical Inactivity: Global Action for Public Health[J]. The Lancet, 2012, 380(9838): 294-305.
- [24] BARNETT D W, BARNETT A, NATHAN A, et al. Built Environmental Correlates of Older Adults' Total Physical Activity and Walking: A Systematic Review and Meta-analysis[J]. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 2017, 14: 103.
- [25] MARSELLE M, IRVINE K, WARBER S. Walking for Well-being: Are Group Walks in Certain Types of Natural Environments Better for Well-being than Group Walks in Urban Environments?[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2013, 10(11):

5603-5628.

- [26] AKPINAR A. How is Quality of Urban Green Spaces Associated with Physical Activity and Health?[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2016, 16: 76-83.
- [27] KAŻMIERCZAK A. The Contribution of Local Parks to Neighbourhood Social Ties[J]. Landscape and Urban Planning, 2013, 109(1): 31-44.
- [28] CATTELL V, DINES N, GESLER W, et al. Mingling, Observing, and Linger: Everyday Public Spaces and Their Implications for Well-being and Social Relations[J]. Health and Place, 2008, 14(3): 544-561.
- [29] LIU Y, WANG R Y, XIAO Y, et al. Exploring the Linkage between Greenness Exposure and Depression among Chinese People: Mediating Roles of Physical Activity, Stress and Social Cohesion and Moderating Role of Urbanicity[J]. Health & Place, 2019, 58: 102168.
- [30] HARTIG T. Three Steps to Understanding Restorative Environments as Health Resources[M]//Open space: People Space. London: Taylor & Francis, 2007: 183-200.
- [31] 王志芳, 程温温, 王华清. 循证健康修复环境: 研究进展与设计启示 [J]. 风景园林, 2015, 22 (6): 110-116.
- [32] 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.
- [33] KAPLAN R, KAPLAN S. The Experience of Nature: A Psychological Perspective[M]. New York: Cup Archive, 1989.
- [34] 雷雅凯, 段彦博, 马格, 等. 城市绿地景观格局对 PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub> 分布的影响及尺度效应 [J]. 中国园林, 2018, 34 (7): 98-103.
- [35] WU J S, XIE W D, LI W F, et al. Effects of Urban Landscape Pattern on PM<sub>2.5</sub> Pollution: A Beijing Case Study[J]. PLoS One, 2015, 10(11): e0142449.
- [36] 戴菲, 陈明, 朱晟伟, 等. 街区尺度不同绿化覆盖率对 PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 的消减研究: 以武汉主城区为例 [J]. 中国园林, 2018, 34 (3): 105-110.
- [37] CHEN M, DAI F, YANG B, et al. Effects of Neighborhood Green Space on PM<sub>2.5</sub> Mitigation: Evidence from Five Megacities in China[J]. Building and Environment, 2019, 156: 33-45.
- [38] 邱玲, 刘芳, 张祥, 等. 城市公园不同植被结构绿地削减空气颗粒物浓度研究 [J]. 环境科学研究, 2018, 31 (10): 1685-1694.
- [39] 孙晓丹, 李海梅, 刘霞, 等. 不同绿地结构消减大气颗粒物的能力 [J]. 环境化学, 2017, 36 (2): 289-295.
- [40] DENG S, MA J, ZHANG L, et al. Microclimate Simulation and Model Optimization of the Effect of Roadway Green Space on Atmospheric Particulate Matter[J]. Environmental Pollution, 2019, 246: 932-944.
- [41] MASOUDI M, TAN P Y. Multi-year Comparison of the Effects of Spatial Pattern of Urban Green Spaces on Urban Land Surface Temperature[J]. Landscape and Urban Planning, 2019, 184: 44-58.
- [42] ESTOQUE R C, MURAYAMA Y, MYINT S W. Effects of Landscape Composition and Pattern on Land Surface Temperature: An Urban Heat Island Study in the Megacities of Southeast Asia[J]. Science of the Total Environment, 2017, 577: 349-359.
- [43] KONG F, YIN H, JAMES P, et al. Effects of Spatial Pattern of Greenspace on Urban Cooling in a Large Metropolitan Area of Eastern China[J]. Landscape and

- Urban Planning, 2014, 128: 35-47.
- [44] XIAO X D, DONG L, YAN H, et al. The Influence of the Spatial Characteristics of Urban Green Space on the Urban Heat Island Effect in Suzhou Industrial Park[J]. Sustainable Cities and Society, 2018, 40: 428-439.
- [45] ZHOU W, SHEN X, CAO F L, et al. Effects of Area and Shape of Greenspace on Urban Cooling in Nanjing, China[J]. Journal of Urban Planning and Development, 2019, 145(4): 04019016.
- [46] CHANG C R, LI M H, CHANG S D. A Preliminary Study on the Local Cool-island Intensity of Taipei City Parks[J]. Landscape and Urban Planning, 2007, 80(4): 386-395.
- [47] 吴菲, 李树华, 刘娇妹. 城市绿地面积与温湿效益之间关系的研究[J]. 中国园林, 2007, 23 (6) : 71-74.
- [48] LU J, LI C D, YANG Y C, et al. Quantitative Evaluation of Urban Park Cool Island Factors in Mountain City[J]. Journal of Central South University, 2012, 19(6): 1657-1662.
- [49] 栾庆祖, 叶彩华, 刘勇洪, 等. 城市绿地对周边热环境影响遥感研究: 以北京为例[J]. 生态环境学报, 2014, 23 (2) : 252-261.
- [50] FEYISA G L, DONS K, MEILBY H. Efficiency of Parks in Mitigating Urban Heat Island Effect: An Example from Addis Ababa[J]. Landscape and Urban Planning, 2014, 123: 87-95.
- [51] 王淑芬, 任杰. 北京高架轨道交通沿线绿地噪声衰减效果研究[J]. 中国园林, 2012, 28 (9) : 68-71.
- [52] 张明丽, 胡永红, 秦俊. 城市植物群落的减噪效果分析[J]. 植物资源与环境学报, 2006 (2) : 25-28.
- [53] SOGA M, YAMAURA Y, AIKOH T, et al. Reducing the Extinction of Experience: Association between Urban Form and Recreational Use of Public Greenspace[J]. Landscape and Urban Planning, 2015, 143: 69-75.
- [54] DALLIMER M, DAVIES Z G, IRVINE K N, et al. What Personal and Environmental Factors Determine Frequency of Urban Greenspace Use?[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2014, 11(8): 7977-7992.
- [55] KIENAST F, DEGENHARDT B, WEILENMANN B, et al. GIS-assisted Mapping of Landscape Suitability for Nearby Recreation[J]. Landscape and Urban Planning, 2012, 105(4): 385-399.
- [56] VAN HECKE L, GHEKIERE A, VAN CAUWENBERG J, et al. Park Characteristics Preferred for Adolescent Park Visitation and Physical Activity: A Choice-based Conjoint Analysis using Manipulated Photographs[J]. Landscape and Urban Planning, 2018, 178: 144-155.
- [57] VEITCH J, SALMON J, DEFORCHE B, et al. Park Attributes that Encourage Park Visitation among Adolescents: A Conjoint Analysis[J]. Landscape and Urban Planning, 2017, 161: 52-58.
- [58] AYALA-AZCARRAGA C, DIAZ D, ZAMBRANO L. Characteristics of Urban Parks and their Relation to User Well-being[J]. Landscape and Urban Planning, 2019, 189: 27-35.
- [59] VAN HECKE L, VAN CAUWENBERG J, CLARYS P, et al. Active Use of Parks in Flanders (Belgium): An Exploratory Observational Study[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2017, 14(1): 35.
- [60] DERR V, TARANTINI E. "Because We are All People": Outcomes and Reflections from Young People's Participation in the Planning and Design of Child-friendly Public Spaces[J]. Local Environment, 2016, 21(12): 1534-1556.
- [61] VAN HECKE L, DEFORCHE B, VAN DYCK D, et al. Social and Physical Environmental Factors Influencing Adolescents' Physical Activity in Urban Public Open Spaces: A Qualitative Study Using Walk-along Interviews[J]. PLoS One, 2016, 11(5): e0155686.
- [62] ARADI R, THORÉN K H, FJØRTOFT I. The Urban Landscape as Affordance for Adolescents' Everyday Physical Activity[J]. Landscape Research, 2016, 41(5): 569-584.
- [63] LOUREIRO M L, MACAGNO G, NUNES P A L D, et al. Assessing the Impact of Biodiversity on Tourism Flows: An Econometric Model for Tourist Behaviour with Implications for Conservation Policy[J]. Journal of Environmental Economics and Policy, 2012, 1(2): 174-194.
- [64] PALLIWODA J, KOWARIK I, VON DER LIPPE M. Human-biodiversity Interactions in Urban Parks: The Species Level Matters[J]. Landscape and Urban Planning, 2017, 157: 394-406.
- [65] TRIGUERO-MAS M, DONAIRE-GONZALEZ D, SETO E, et al. Living Close to Natural Outdoor Environments in Four European Cities: Adults' Contact with the Environments and Physical Activity[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2017, 14(10): 1162.
- [66] VEITCH J, ABBOTT G, KACZYNSKI A T, et al. Park Availability and Physical Activity, TV Time, and Overweight and Obesity among Women: Findings from Australia and the United States[J]. Health & Place, 2016, 38: 96-102.
- [67] KOWALESKI-JONES L, FAN J X, WEN M, et al. Neighborhood Context and Youth Physical Activity: Differential Associations by Gender and Age[J]. American Journal of Health Promotion, 2017, 31(5): 426-434.
- [68] KACZYNSKI A T, BESENYI G M, STANIS S A W, et al. Are Park Proximity and Park Features Related to Park Use and Park-based Physical Activity among Adults? Variations by Multiple Socio-demographic Characteristics[J]. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 2014, 11(1): 146.
- [69] AYALA-AZCARRAGA C, DIAZ D, ZAMBRANO L. Characteristics of Urban Parks and Their Relation to User Well-being[J]. Landscape and Urban Planning, 2019, 189: 27-35.
- [70] WANG H, DAI X L, WU J L, et al. Influence of Urban Green Open Space on Residents' Physical Activity in China[J]. BMC Public Health, 2019, 19(1): 1093.
- [71] WEIMANN H, RYLANDER L, VAN DEN BOSCH M A, et al. Perception of Safety is a Prerequisite for the Association between Neighbourhood Green Qualities and Physical Activity: Results from a Cross-sectional Study in Sweden[J]. Health & Place, 2017, 45: 124-130.
- [72] COHEN D, SEHGAL A, WILLIAMSON S, et al. Park Use and Physical Activity in a Sample of Public Parks in the City of Los Angeles[R]. Santa Monica, CA: Rand Corporation, 2006.
- [73] CRANNEY L, PHONGSAVAN P, KARIUKI M, et al. Impact of an Outdoor Gym on Park Users' Physical Activity: A Natural Experiment[J]. Health & Place, 2016, 37: 26-34.
- [74] HOFFMANN E, BARROS H, RIBEIRO A I. Socioeconomic Inequalities in Green Space Quality and Accessibility: Evidence from a Southern European City[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2017, 14(8): 916.
- [75] MAAS J, VAN DILLEN S M E, VERHEIJ R A, et al. Social Contacts as a Possible Mechanism behind the Relation between Green Space and Health[J]. Health & Place, 2009, 15(2): 586-595.
- [76] KEMPERMAN A, TIMMERMANS H. Green Spaces in the Direct Living Environment and Social Contacts of the Aging Population[J]. Landscape and Urban Planning, 2014, 129: 44-54.
- [77] RUIJSBROEK A, MOHNEN S M, DROOMERS M, et al. Neighbourhood Green Space, Social Environment and Mental Health: An Examination in Four European Cities[J]. International Journal of Public Health, 2017, 62(6): 657-667.
- [78] BROYLES S T, MOWEN A J, THEALL K P, et al. Integrating Social Capital into a Park-Use and Active-Living Framework[J]. American Journal of Preventive Medicine, 2011, 40(5): 522-529.
- [79] 谭少华, 孙雅文, 申纪泽. 城市公园环境对人群健康的影响研究: 基于感知与行为视角[J]. 城市建筑, 2018 (24) : 24-28.
- [80] FRANCIS J, WOOD L J, KNUIMAN M, et al. Quality or Quantity? Exploring the Relationship between Public Open Space Attributes and Mental Health in Perth, Western Australia[J]. Social Science & Medicine, 2012, 74(10): 1570-1577.
- [81] WOOD L, HOOPER P, FOSTER S, et al. Public Green Spaces and Positive Mental Health: Investigating the Relationship between Access, Quantity and Types of Parks and Mental Wellbeing[J]. Health & Place, 2017, 48: 63-71.
- [82] HELBICH M, KLEIN N, ROBERTS H, et al. More Green Space is Related to Less Antidepressant Prescription Rates in the Netherlands: A Bayesian Geoadditive Quantile Regression Approach[J]. Environmental Research, 2018, 166: 290-297.
- [83] DZHAMBOV A M, MARKEYVCH I, HARTIG T, et al. Multiple Pathways Link Urban Green and Bluespace to Mental Health in Young Adults[J]. Environmental Research, 2018, 166: 223-233.
- [84] 陈箴, 董楠楠, 刘颂, 等. 上海城市公园使用对健康影响研究[J]. 风景园林, 2017, 24 (9) : 99-105.
- [85] FENG X Q, ASTELL-BURT T. Residential Green Space Quantity and Quality and Symptoms of Psychological Distress: A 15-year Longitudinal Study of 3 897 Women in Postpartum[J]. BMC Psychiatry, 2018, 18(1): 348.
- [86] MCEACHAN R R C, YANG T C, ROBERTS H, et al. Availability, Use of, and Satisfaction with Green Space, and Children's Mental Wellbeing at Age 4 years in a Multicultural, Deprived, Urban Area: Results from the Born in Bradford Cohort Study[J]. Lancet Planet Health, 2018, 2(6): e244-e254.
- [87] WOOD E, HARSANT A, DALLIMER M, et al. Not All Green Space is Created Equal: Biodiversity Predicts Psychological Restorative Benefits from Urban Green Space[J]. Frontiers in Psychology, 2018, 9: 2320.
- [88] HOYLE H, HITCHMOUGH J, JORGENSEN A. All about the 'Wow Factor'? The Relationships between Aesthetics, Restorative Effect and Perceived Biodiversity in Designed Urban Planting[J]. Landscape and Urban Planning, 2017, 164: 109-123.

图表来源 (Sources of Figure and Tables):

图 1 由作者绘制, 表 1~4 由作者依据相关参考文献整理。

(编辑 / 祖笑艳)