

健康福祉视角下城市绿地文化服务供需测度与空间表征 ——基于地块尺度的济南市旧城分区实证研究

肖华斌^{1,2}, 安 淇¹, 况苑霖¹, 吴俊颖¹

(1. 山东建筑大学 建筑城规学院, 山东 济南 250101; 2. 西安建筑科技大学 西部绿色建筑国家重点实验室, 陕西 西安 710055)

摘要: 城市绿地作为城市生态系统的重要组成, 满足了居民多层次需求, 其提供的生态系统文化服务对居民健康具有显著影响。在厘清城市绿地文化服务与居民健康福祉关系基础上, 筛选了济南市旧城分区城市绿地文化服务类型, 并基于多源数据测度了城市绿地文化服务供给。在识别居民时空行为基础上, 基于手机信令数据测度了城市绿地文化服务需求。以地块为研究单元, 分别实现了城市绿地文化服务供需人本尺度上的空间表征, 以期为满足居民健康福祉需求的城市绿地系统规划提供方法支撑和技术途径。

关键词: 健康福祉; 城市绿地; 生态系统文化服务; 供需测度; 济南市旧城分区

中图分类号: TU986

文献标志码: A

文章编号: 1006-7930(2022)03-0376-10

Supply-demand measurement and spatial representation for cultural ecosystem services of urban green space with health and well-being orientation: An empirical study based on block scale of old city district in Jinan

XIAO Huabin^{1,2}, AN Qi¹, KUANG Yuanlin¹, WU Junying¹

(1. School of Architecture and Urban Planning, Shandong Jianzhu University, Jinan 250101, China;

2. State Key Laboratory of Green Building in Western China, Xi'an Univ. of Arch. & Tech., Xi'an 710055, China)

Abstract: As an important component of the urban ecosystem, urban green space meets the multi-level needs of residents. The cultural ecosystem service (CES) it provides has a significant impact on residents' health. On the basis of clarifying the relationship between urban green space CES and residents' health and well-being, this research first screened the types of urban green space CES in Jinan's old city districts. The research measures the supply of urban green space CES based on multi-source data. On the basis of identifying residents' spatio-temporal behaviors, this paper also measures the demand of urban green space CES based on mobile phone signaling data. Taking blocks as research units, the spatial representation of the supply-demand in urban green space CES on a human-oriented scale was respectively carried out in order to provide methodological support and technical approaches for urban green space system planning to meet the needs of residents' health and well-being.

Key words: health and well-being; urban green space; cultural ecosystem services (CES); supply-demand measurement; Jinan old city district

2020 年 1 月, 一场突如其来的“新型冠状病毒肺炎”疫情在全国蔓延, 其影响空间之广、社会之深, 都是史无前例的。透过这场疫情, 我们能够看出: 中国城市正面临着快速改变的城市环境和

生活方式带来的众多健康挑战, 城市健康环境发展的不充分、不平衡现象尤为突出^[1]。自 20 世纪 80 年代世界卫生组织提出发展“健康城市”以来, 对健康福祉提升的干预方向开始由关注城市居民

收稿日期: 2020-08-14 修改稿日期: 2022-05-30

基金项目: 山东省自然科学基金项目(ZR2019MEE048); 山东省高等学校青创科技支持计划基金项目(2020KJG004); 西部绿色建筑国家重点实验室开放基金项目(LSKF202018)

第一作者: 肖华斌(1980—), 男, 博士, 教授, 主要从事绿色空间与居民健康方面的研究。E-mail: xiaohuabin@foxmail.com

通信作者: 安 淇(1994—), 女, 博士生, 主要从事城市绿色空间与居民健康方面的研究。E-mail: 1037526521@qq.com

个体的健康指标,转向强调通过完善城市物质与社会环境以推动城市居民养成健康生活方式的空间策略,强调与自然的互动关系是提升公共健康水平的基础^[2],城市绿地作为城市中具有自然属性的准公共资源,其可提供的各种生态系统服务,对提升居民健康福祉具有重要意义。生态系统文化服务(cultural ecosystem services, CES,以下简称文化服务)指人类通过精神生活满足、发展认知能力、进行思考、娱乐休闲及美学体验等方式从生态系统中获取的非物质受益^[3]。在城市环境中,相较于供给、支持、调节等生态系统服务类型,文化服务更易获得居民直观体验与感知^[4],城市绿地所提供的生态系统文化服务促使居民进入绿地的机会与频率大幅度增加,居民与自然互动关系的增强有助于提升公共健康水平,满足居民健康福祉需求^[5]。

1 健康福祉视角下城市绿地文化服务供需研究途径

1.1 城市绿地文化服务供需研究进展

由于生态系统服务供需存在明显空间异质性^[6],因此当前针对城市绿地文化服务供需的研究多从服务供需空间分布及相关性如何影响服务效率出发,通过明确服务的供需空间特征和数量水平,衡量其空间位置的匹配程度和数量的满足程度。其中,针对城市绿地文化服务的供需测度与表达通常被视为对城市绿地文化服务进行管理与优化的关键途径。

对城市绿地文化服务价值的量化常采用利益相关者打分、专家评价法等非货币化量化方法^[7]及参与式制图为主的预见评估法^[8]。各类城市绿地文化服务中,涉及休闲游憩、美学欣赏和运动健身服务价值量化的相关研究及其对公共健康的积极效用的实证解析逐渐增加:薛菲等^[9]通过使用者调查与定量化研究证实与自然的视觉接触有益于使用者身心健康;陈箴等^[10]指出对绿地空间的观赏和休闲游憩使用能够有效降低城市居民疾病风险;Irvine等^[11]根据开放式访谈结果指出居民使用城市绿地的原因多是由步行活动、绿地质量及游憩活动驱动的。针对城市绿地文化服务需求总量的定量研究常通过获取城市居民人口密度、可达范围等需求主体分布与行为^[12],结合问卷调查、半

结构访谈等方式表征^[13]。与此同时,伴随以手机信令数据为代表的海量化、高维度、复杂化的大数据环境快速发展,精细化尺度下城市居民空间分布差异的服务需求测度出现新视角和新方法^[14]。

此外,也有部分学者针对文化服务供需平衡及效率提升的城市绿地空间格局构建与优化进行了初步探讨,在理论层面相关研究侧重探讨城市绿地文化服务价值、效率与城市绿地生态系统结构的相互关系^[15],在实践层面多关注构建完善的城市绿地游憩系统以提升城市绿地文化服务效率^[16]。然而,现有研究大多侧重探讨区域或城市尺度的绿地供需匹配格局,对城市绿地文化服务研究存在多种服务类型整合评价较少、多种测度结果难以关联分析、评价尺度难以对接规划设计实践等问题,针对城市居民健康福祉视角的城市绿地文化服务供需测度方法与人本尺度下供需空间表征途径探索不足。在我国高密度城市存量规划背景下,为最大限度实现城市绿地文化服务提升健康福祉的积极作用,通过筛选文化服务供给服务类型、识别文化服务需求主体、实现人本尺度上供需空间表征,有助于构建完善的供需空间服务路径体系与衔接健康可持续的城市绿地系统规划实践。

1.2 健康福祉视角下城市绿地文化服务供需研究途径

随着“公园城市”、“社区生活圈”等理念的提出,城市绿地规划与管理更加关注宏观城市尺度上资源分配供需问题和中微观街区尺度上人本使用问题。为协调城市居民日益增长的健康需求与城市绿地文化服务供给不充分、不平衡之间的矛盾,提高城市绿地文化服务效率,丰富我国城市绿地管理与人居环境优化提质的技术与方法,研究首先进行居民健康福祉视角的城市绿地文化服务类型筛选,其次,根据文化服务供给与使用空间特征关系,考虑影响城市绿地文化服务健康效益的空间规模布局、场所品质与景观环境要素,合理构建综合居民对健康福祉多维性需求的城市绿地文化服务供给评价指标体系。在此基础上,选取地块为研究尺度,以济南市旧城分区为实证研究区域,立足新数据环境下的多源空间数据获取与整合技术方法,实现城市绿地文化服务供需精细化测度与空间表征(图1)。

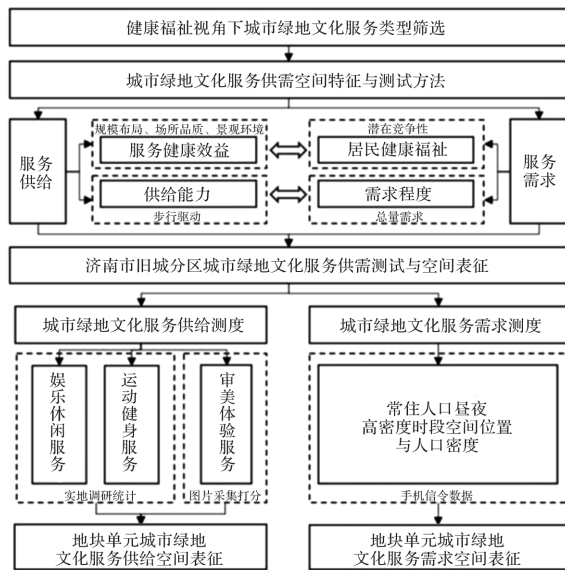


图1 研究框架

Fig. 1 Research framework

2 健康福祉视角下城市绿地文化服务类型筛选与测度方法

2.1 城市绿地文化服务类型筛选

城市绿地空间为提高居民步行、骑行、健身、休闲等体力活动时长和频率提供可能,其健康效益的发挥依赖其功能布局 and 空间品质是否能够满足城市居民日常休闲、健身、游憩等健康活动需求。步行活动作为居民日常接触和使用城市绿地空间的主要驱动方式^[11],在空间功能上集中反映为对绿地空间的观赏和休闲游憩使用^[10],居民步行范围内城市绿地空间分布差异直接影响文化服务提升健康福祉的效能发挥。考虑提升居民步行可达范围内的城市绿地空间品质和功能布局是提高服务效率和增强健康效益的关键因素,本研究基于城市绿地文化服务供需空间特征,在总结服务供需测度方法难易程度的基础上,集中定量研究居民步行出行方式下所获取的城市绿地文化服务类型,主要包括娱乐休闲、运动健身和审美体验3类。

2.2 文化服务供需空间特征与测度方法

福祉与人类生活、感知和情感状态密切相关,由于生态环境质量退化,经济发展水平较高地区的城市居民产生的对高品质生活水平的追求使其更关注与身心健康密切相关的健康福祉^[17],与其他类型生态系统服务相比,文化服务健康效益发挥与居民日常步行活动范围和城市绿地空间使用频率密切相关。考虑居民对健康福祉的多维性需求,对城市绿地文化服务供给评价应构建兼顾满足居民日常生理与精神健康状态的指标体系,常从其空间规模布局、场所品质与景观环境的角度,

通过合理量化绿地空间规模大小、设施服务水平与环境美化状况,考察城市绿地文化服务健康效益。生态系统服务供给能力可通过其服务价值或物质质量进行测度,作为具有准公共产品属性的城市绿地,其提供文化服务价值承载于对居民日常休闲和游憩活动具有较高服务水平的景观之中,常以高可达性的场地与类型完善的设施设施为载体,与具备景观特色独特、生态环境较优和规模尺度适宜的活动场所等绿地空间特征要素关系紧密。研究考虑从规模布局、场所品质与景观环境角度考察城市绿地文化服务健康效益所涉及的相关指标,结合测度方法量化的难易程度(降低评价价值的主观干扰),参考 Sealens 等^[18]学者针对城市公共空间游憩服务品质评价体系,根据相关文献综述、问卷调查与现场走访情况,针对各类服务列举相关定量指标,并在此基础上通过对在高密度城市环境中生活的居民进行随机性问卷调查,不考虑个体因不同城市物质环境而存在的绿地使用差异,分别选取影响居民选择城市绿地进行娱乐休闲、运动健身和审美体验活动的前5项指标进行测度(表1)。研究最终确定城市绿地文化服务供给能力评价指标的调查问卷共发放94份,回收有效问卷样本85份,其中,受访者男女人数基本对等,受教育程度均在高中或中专以上,年龄段涵盖18岁以上群体,以18~39岁的青年人群为受访主体,40岁以上中老年人群占比约21.17%。

城市居民对娱乐休闲、运动健身、审美体验3类服务供给获取存在居民对绿地空间的占据行为,在空间单元上表现为服务供给区(Service Providing Area, SPA)与受益区(Service Benefiting Area, SBA)一致^[23-24],对绿地空间的高使用强度造成对服务的竞争和消耗关系,其需求类别表现出潜在竞争性^[25]。考虑生态系统服务效用最大化目标下的供需关联分析,本研究将城市绿地文化服务需求识别为居民对文化服务的总量需求,既包括已经利用的文化服务即实际供给,也包括需求中尚未满足的部分^[3]。对总量需求的测度既包括需求区域的面积大小,也包括其单位面积上的需求强度,一般来说,人口密度越大,对服务的总量需求越大^[26]。考虑居民昼夜时空行为差异使常住人口存在昼夜空间分布,并通常伴随以通勤为主的昼间活动和以居家活动为主的多样化行为差异^[27],本研究尝试识别旧城分区各地块单元内昼夜高密度时段人口密度,并使用识别结果表征城市居民对旧城分区城市绿地文化服务的总量需求程度,地块单元内昼夜高密度时段人口密度越大,城市绿地文化服务总量需求越大。

表 1 城市绿地文化服务供给能力评价指标、含义与相关文献[18-22]

Tab. 1 The evaluation indicators, meaning and related documents of urban green space cultural ecosystem services (CES) supply

服务类型	测度指标	指标指向	指标含义	涉及的影响因素	相关文献
娱乐休闲	绿地空间规模	正向	反映城市绿地可用空间规模大小	规模布局	[18]
	休闲设施数量	正向	反映城市绿地娱乐休闲设施服务水平	场所品质	[18]
	基础设施数量	正向	反映城市绿地基础设施服务水平	场所品质	[18]
	绿地入口数量	正向	反映城市绿地活动空间开放程度	规模布局	[18]
	文化景观要素数量	正向	反映城市绿地历史、文化景观要素的服务水平	场所品质	[18]
	步行网络长度	正向	反映城市绿地内部步行网络完整性	场所品质	[19]
运动健身	运动设施数量	正向	反映城市绿地运动设施服务水平	场所品质	[19]
	活动类型丰富度	正向	反映城市绿地运动设施种类多样程度	场所品质	[19]
	活动场地规模	正向	反映城市绿地活动场地可用空间规模大小	规模布局	[20]
	植被覆盖程度	正向	反映城市绿地内部空间地表植被覆盖状况	景观环境	[19]
审美体验	景观自然度	正向	反映城市绿地内部使用空间景观自然程度	景观环境	[21]
	视野开阔性	正向	反映城市绿地内部使用空间视野开阔情况	景观环境	[21]
	构成多样性	正向	反映城市绿地内部使用空间景观要素多样程度	场所品质	[21]
	景观协调性	正向	反映城市绿地内部使用空间自然要素与人工要素配置是否和谐	景观环境	[21]
	环境整洁度	正向	反映城市绿地内部使用空间环境整洁程度	景观环境	[22]

3 济南市旧城分区城市绿地文化服务供给测度与空间表征

3.1 研究区域概况与研究单元确定

研究选取济南市旧城分区为实证研究对象，研究区域范围东至二环东路，西至二环西路，北至黄河南岸，南至二环南路以南部分地区，包含古城片区、商埠片区等重要历史文化街区以及趵突泉、大明湖、千佛山等重要风景名胜资源，是体现济南“山水融城”格局最为典型的代表区域。旧城分区用地规模约 203.51 km²，其中建设用地面积约 154.67 km²，包含 17 个基本控制性规划单元^[28]。为实现评价结果在人本尺度上的精细化表达，本文以“地块”为基本研究单元，地块单元选

取基于开源地图数据(Open Street Map, OSM)的旧城分区现状路网获取，通过整理提取城市一级、二级、三级和四级道路，保证各地块单元内部为某一功能主导且不存在主干道路，结合行政区划边界相对完整性，共划分得到 1 796 个地块单元。在实地踏勘基础上，结合天地图卫星影像，根据《济南市城市总体规划(2011-2020 年)》和《济南市绿地系统规划(2010-2020 年)》中相关用地现状图进行调整，人工矢量化获取旧城分区城市绿地共 624 处，总面积 53.69 km²。基于城市绿地文化服务供给空间流动特征，研究将济南市旧城分区内满足 24 小时免费开放并允许城市居民进入活动的城市绿地视为可提供文化服务的绿地，共计 367 处，总面积 13.84 km²(图 2)。

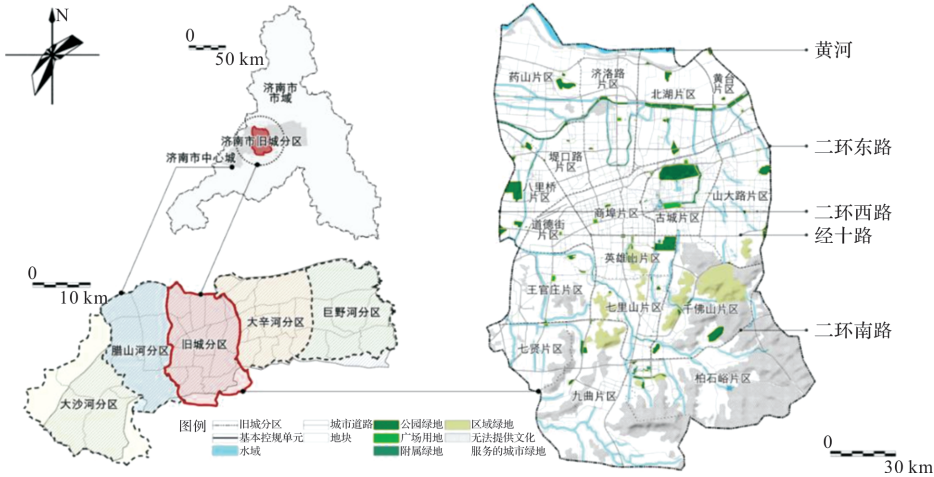


图 2 研究范围、研究对象及研究空间单元空间划分

Fig. 2 The study area, objective and units division

3.2 城市绿地文化服务供给能力测度

针对娱乐休闲服务,规模较大且具备较高开放程度和服务设施水平的绿地空间会对周边城市居民产生较大吸引力,具有意象化景观要素的异质空间环境能够增强城市绿地可认知与可辨识性。选取城市绿地绿地空间规模(可用面积)、休闲设施、基础设施和入口数量(单位面积数量)、文化景观要素数量(单位面积文化艺术装置或历史文化建筑数量)等具体指标表征娱乐休闲服务供给能力。

针对运动健身服务,步行路径、开放空间面积、活动设施水平、植被覆盖面积等城市绿地空间景观特征要素与居民运动量存在积极关系。选取城市绿地步行网络长度(步道单位面积长度)、运动设施数量和活动类型丰富度(单位面积设施和类型数量)、活动场地规模(硬质场地面积)、植被覆盖程度(绿地空间归一化植被指数均值)等具体指标表征运动健身服务供给能力。

针对审美体验服务,考虑城市绿地内部复杂多样的景观要素造成使用者审美评判难以定量计算,尝试通过于绿地空间内每100米设1个拍摄点(拍摄时不人为避开某些消极或积极景观要素,遇到转弯或景观差异较大路段10m范围内增设1个拍摄点)拍摄采集人眼视角城市绿地图片共5986张。由于采集到的图片数量多、不同群体对城市绿地景观审美态度具有普遍一致性且其显著差异性低^[29],因此选取具有代表性的部分采集图片为媒介,通过对居民进行随机性问卷调查的使用者主观评价,对城市绿地景观自然度、视野开阔性、构成多样性、景观协调性、环境整洁度等指标进行打分,并收集对其影响各指标评分高低的最主要因素。各项指标按得分分为低、较低、中等、较高、高5个等级,分别对应1至5分。调查问卷共发放400份,回收有效问卷样本343份。根据问卷打分与影响因素收集结果,影响居民对5项评价指标评分结果的主要因素分别为:绿地内植被、水体等自然景观要素比例;使用者可观察到空间内发生活动的程度;城市绿地景观要素丰富程度、是否包含差异性要素;绿地景观内部植被、水体等自然要素与建筑、铺装、景观构筑物等人工要素之间的合理搭配程度;绿地使用空间整洁程度、有无垃圾。具体的分值评价细则与部分代表性样本如图3所示。研究邀请11名参与实地调研的风景园林专业教师和硕士研究生,按上述统一的评分标准与细则,对全部图片进行打分。此外,为一定程度上消除因不同个人审美标准对评分尺度

造成的差异影响,对全部评分结果进行标准化处理后获取旧城分区城市绿地审美体验服务供给能力水平,标准化公式如下。

$$Z_{ij} = (y_{ij} - \bar{y})/s \quad (1)$$

$$Z_i = \sum_j^n Z_{ij}/n \quad (2)$$

式中: Z_{ij} 表示第 j 个评价人员对第 i 张照片的审美体验服务供给能力标准化评分值, y_{ij} 表示第 j 个评价人员对第 i 张照片的评分值, \bar{y} 表示第 j 个评分人员对所有照片打分的平均值, s 表示第 j 个评分人员对所有照片打分的标准差, Z_i 表示第 i 张照片最终的标准化得分值,其中, $j=1, 2, 3, \dots, n, n=11$ 。

3.3 城市绿地文化服务供给能力空间表征

依据济南市城市绿地美学感知、娱乐休闲和审美体验三种类型文化服务,15个测度指标的计算结果,归一化处理后采用熵值法计算各指标权重进行叠加。

计算过程包括数据标准化、各指标信息熵计算与各指标权重确定三个部分。

当对给定评价对象总数为 m ,指标数量为 n 的基础数据进行标准化处理,且指标指向为正向时,有

$$S_{ij} = (x_{ij} - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min}) \quad (3)$$

式中: S_{ij} 表示第 j 个评价对象的第 i 个指标标准化值; x_{ij} 表示第 j 个评价对象的第 i 个指标值; x_{\max} 和 x_{\min} 分别为第 i 项指标的最大值和最小值。其中, $i=1, 2, 3, \dots, n, j=1, 2, 3, \dots, m$ 。

$$e_i = -(1/\ln m) \sum_{j=1}^m p_{ij} \ln p_{ij} \quad (4)$$

式中, e_i 表示第 i 项指标信息熵值, $p_{ij} = S_{ij} / \sum_{j=1}^m S_{ij}$,表示第 i 个指标下第 j 个评价对象的贡献度,当 $p_{ij}=0$ 时, $\lim_{p_{ij} \rightarrow 0} p_{ij} \ln p_{ij} = 0$ 。

$$w_i = 1 - e_i / \sum_{i=1}^n (1 - e_i) \quad (5)$$

其中, w_i 为各指标权重, $i=1, 2, 3, \dots, n$ 。

通过ArcGIS平台核密度分析与空间连接功能在地块尺度进行城市绿地文化服务供给空间表征(图4)。结果显示:(1)娱乐休闲高服务供给区地块数量共计395个,面积约18.52 km²,主要以古城、英雄山、北湖片区中部和山大路片区北部为核心,并逐渐由各核心区向外降低;(2)运动健身高服务供给区地块数量共计448个,面积约21.88 km²,主要集中分布于旧城分区中部,主要以古城片区北部、山大路片区东部及英雄山片区为核心;(3)审美体验高服务供给地块数量共计413个,面

积约 15.14 km²，主要集中在古城、商埠和英雄山片区，多以大型公园绿地所在地块单元为核心；(4)旧城分区城市绿地文化服务高供给地块单元数量共计 420 个，面积约 19.56 km²，整体以古城和英雄山两个相邻片区为高服务供给核心区；中等

服务供给地块单元数量共计 646 个，面积约 47.20 km²，并以八里桥、山大路片区北部和北湖片区中部形成 3 个中等服务供给区；低服务供给地块单元数量共计 730 个，面积约 124.36 km²，主要集中于药山片区西北及二环南路以南大部分区域。













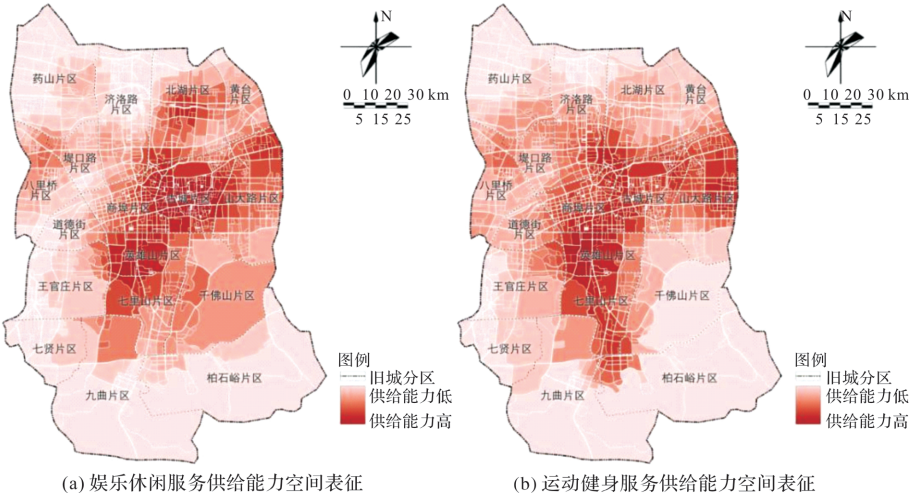
评价指标	样本评分				
	1分	2分	3分	4分	5分
景观自然度	自然景观要素占比≤10% 	自然景观要素占比10-25% 	自然景观要素占比25-40% 	自然景观要素占比40-60% 	自然景观要素占比≥60% 
视野开阔性	对视线遮挡的高大与杂乱要素多，可视范围狭窄，可视距离≤2 m 	空间内存在对视线遮挡的要素，可视范围较小，可视距离2-5 m 	空间内存在遮挡要素但具有一定的通透性，可视范围适中，可视距离约为5 m 	可看到大部分场地内活动，可视范围较广，可视距离5-10 m 	在空间内能完整看到场地内活动，可视范围广大，可视距离>10 m 
构成多样性	景观构成要素与形式单一，仅包含乔灌木与简易铺装 	景观构成要素与形式较少，乔灌木与铺装具有一定丰富度 	景观构成要素与形式适中，包含植被、铺装、水体及景观构筑物等 	景观构成要素较为丰富，植被、铺装、水体及景观构筑物等形式多样 	景观构成要素丰富，植被、铺装、水体、天空及景观构筑物等形式与材质多样 
景观协调性	没有对空间内自然与人工要素进行过合理搭配 	自然与人工要素配置有设计痕迹，但搭配不协调 	自然与人工要素有设计痕迹，协调程度适中 	自然与人工要素配置较为协调，有经过合理搭配 	自然与人工要素配置协调，搭配和谐 
环境整洁度	不整洁，有明显垃圾、杂物 	较不整洁，存在一定污水、垃圾 	整洁度一般，存在非景观要素 	整洁度较好，无明显垃圾、杂物 	环境整洁，无垃圾、杂物，管理维护良好 

图 3 审美体验服务供给能力主观评分样片

Fig. 3 Subjective scoring samples of aesthetic experience service supply capacity



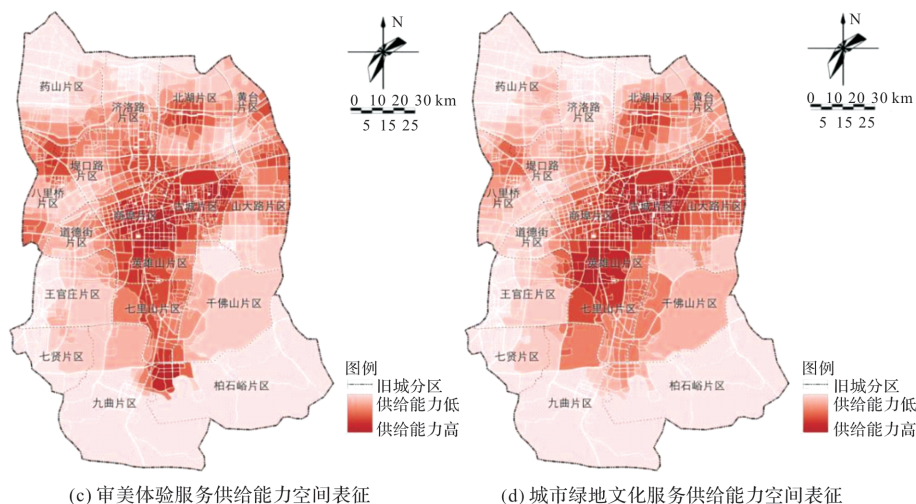


图4 旧城分区城市绿地文化服务供给能力空间表征

Fig. 4 Representation of urban green space CES supply capability in the old city district

4 济南市旧城分区城市绿地文化服务需求测度与空间表征

4.1 城市绿地文化服务需求测度

为有效表征城市绿地文化服务总量需求,协调由居民昼夜空间分布差异导致的城市土地利用类型和空间功能属性特征,研究使用户外活动适宜度高且频率较大的8~10月时段进行计算。为实现地块尺度城市绿地文化服务需求精细化测度与空间表达,本文使用手机信令数据进行旧城分区常住人口密度识别。数据来源自2018年济南市4G联通用户,数据日均记录济南市约340万个不同的手机识别号(约占2018年济南746万常住人口的45.58%),总基站数约10万个,日均手机信令记录总数约1.5亿条,数据精度为500 m。在对手手机信令数据进行清洗、去除重复项、相同ID用户计数等预处理的基础上,提取用户分别在计算时段内19:00至次日7:00和当日7:00至19:00的稳定空间位置(停留时长超过当日总时常60%的基站所在空间单元),对济南市旧城分区常住人口昼夜空间位置进行筛选并扩样,识别常住人口昼夜空间分布情况。

整合百度地图兴趣点(Point of Interest, POI)数据爬取结果,确定POI数据类别,并使用Pearson相关系数分别计算各500 m×500 m网格内常住人口昼、夜间人口统计值与各类POI数量相关性。结果显示交通设施服务类数据与常住人口昼间分布数据、住宅数据与常住人口夜间分布数据相关性最高且相关系数分别达到0.772和0.713,表现为显著正相关。选取交通设施服务、住宅两

类POI作为地块人口重分配的指示因子,分别以地块为单位统计其与500 m×500 m网格相交部分POI点数量,将其点密度计算结果作为系数计算各相交部分常住人口昼夜间数量值。采用ArcGIS 10.4空间连接功能对中心城地块人口数量进行重分配,并提取旧城分区地块尺度常住人口昼夜分布结果。结果显示,济南市旧城分区整体以开发建设时期早,居住、商业、商务及教育科研用地比例较高的古城、商埠和山大路片区人口分布最为密集,其中,常住人口昼间人口高密度地块单元总数达107个,总面积约2.13 km²,主要分布于小清河以南、经十路以北区域;夜间常住高密度地块单元总数达102个,总面积约2.45 km²,主要分布于小清河以南、旅游路及二环南路以北区域(图5)。

4.2 城市绿地文化服务需求空间表征

考虑生态系统服务效用最大化目标下的供需关联分析,本研究将旧城分区各地块单元昼夜高密度时段人口密度识别为城市绿地文化服务总量需求,以表征各地块单位面积上的最大需求强度。当评价地块内常住人口昼间密度值大于夜间密度值时,取昼间密度值表征该地块最大需求强度;反之,则取夜间密度值表征该地块最大需求强度,归一化处理后对各地块单元进行赋值。最终识别结果显示较高服务需求程度地块单元总数达129个,总面积约2.81 km²,主要分布于旧城分区内经十路以北、小清河以南,低服务需求程度地块单元总数达690个,总面积约128.17 km²,主要分布于药山、七贤、千佛山、九曲和柏石峪片区(图6)。

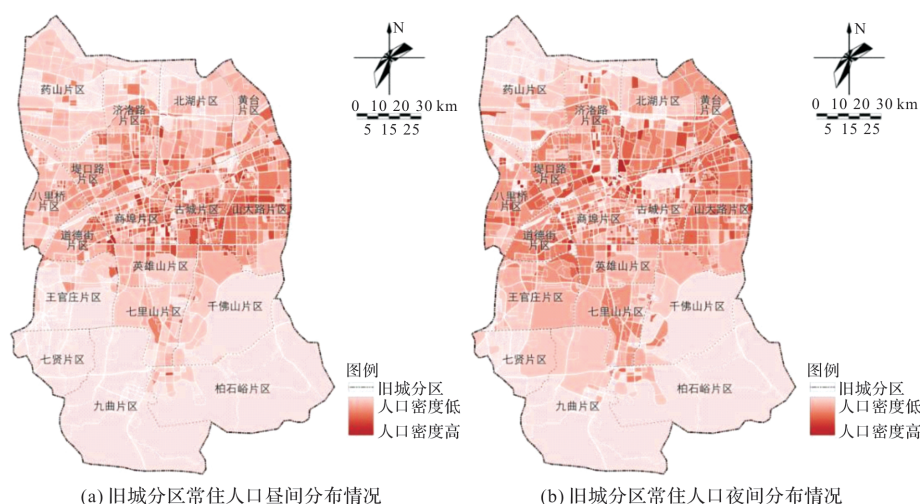


图5 旧城分区常住人口昼夜分布情况

Fig. 5 Urban permanent population at daytime and nighttime of the old city district

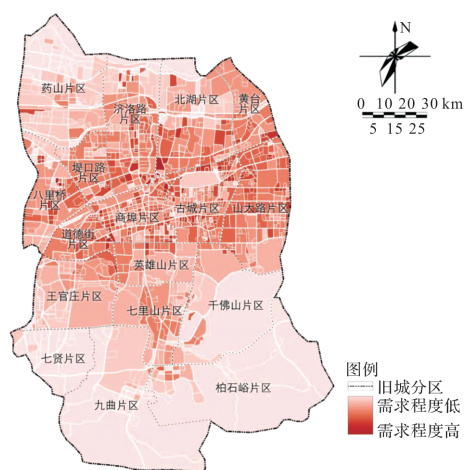


图6 城市绿地文化服务需求程度空间表征

Fig. 6 Spatial representation of urban green space CES demand

5 结语

2015年,中央城市工作会议明确提出:“坚持以人为本,不断提升城市环境质量、人民生活质量,城市工作要把创造优良人居环境作为中心目标”。居民健康福祉与城市人居环境质量密切相关,探讨以居民健康为导向的城市绿地系统调控优化,是提升人居环境质量和改善民生的关键。在增量规划向存量规划转换的背景下,研究立足健康福祉视角下城市绿地文化服务类型与供需空间特征研究,从规模布局、场所品质与景观环境提升三个角度关联城市绿地文化服务健康效益与居民健康福祉需求,并基于多源空间数据整合和居民时空行为识别,构建了地块尺度下精细化评价单元,探索了城市绿地文化服务供需测度与空间表征方法,是未来进行供需空间匹配、空间分异识别研究,以及提出城市绿地系统空间布局优

化策略的基础。此外,考虑生态系统服务需求弹性差异要求,对济南市旧城分区各地块单元的供需研究可进一步综合其所在控规单元的现状用地结构、用地类型、人口规模、发展定位和建设强度等因素,结合“公园城市”、“15 min 社区生活圈”等人本尺度下的城市绿地空间统筹规划要求,从而有效应对因不同群体对文化服务需求差异导致的服务实现的过程复杂性,为进一步合理提出地块尺度下城市绿地文化服务供需匹配方法及各地块单元如何向供需平衡转化提供实现路径。

参考文献 References

- [1] 吴良镛. 规划建设健康城市是提高城市宜居性的关键[J]. 科学通报, 2018,63(11):985.
- [2] WU Liangyong. Planning a healthy city is the key to improve the livability of the city[J]. Chinese Science Bulletin, 2018,63(11):985.
- [3] PETT T J, ASSAF S, IRVINE K N, et al. Unpacking the people - biodiversity paradox: A conceptual framework[J]. Bioscience, 2016,66(7):576-583.
- [4] 马琳, 刘浩, 彭建, 等. 生态系统服务供给和需求研究进展[J]. 地理学报, 2017,72(7):1277-1289.
- [5] MA L, LIU H, PENG J, et al. A review of ecosystem services supply and demand[J]. Acta Geographica Sinica, 2017,72(7):1277-1289.
- [6] The Who Region Office for Europe. Urban green spaces and health: A review of impacts and effectiveness[R]. Newyork: USA, World Health Organization, 2016.
- [7] 安淇, 肖华斌, 张培元, 等. 国外城市绿地生态系统文化服务研究进展[J]. 山东建筑大学学报, 2020,35(1):76-82.

- AN Q, XIAO H, ZHANG P, et al. The research progress of foreign cultural ecosystem services of urban greenspace[J]. *Journal of Shandong Jianzhu University*, 2020,35(1):76-82.
- [6] 刘文平. 景观服务及其空间流动:连接风景园林与人类福祉的纽带[J]. *风景园林*, 2018,25(3):100-104.
LIU W. Landscape service and spatial flows: Linking landscape architecture and human well-being [J]. *Landscape Architecture*, 2018,25(3):100-104.
- [7] NAHUELHUAL L, CARMONA A, LOZADA P, et al. Mapping recreation and ecotourism as a cultural ecosystem service: An application at the local level in Southern Chile [J]. *Applied Geography*, 2013, 40: 71-82.
- [8] van BERKEL D B, VERBURG P H. Spatial quantification and valuation of cultural ecosystem services in an agricultural landscape [J]. *Ecological Indicators*, 2014,37:163-174.
- [9] 薛菲, 刘少瑜. 传承或是生活方式引领者:伦敦当代城市环境中的疗愈空间研究[J]. *景观设计学*, 2016,4(4):20-41.
XUE F, LIU S. Legacy or lifestyle driver: A London study of healing space in contemporary urban environments[J]. *Landscape Architecture Frontiers*, 2016,4(4):20-41.
- [10] 陈笋, 张毓恒, 刘颂, 等. 面向健康服务的城市绿色空间游憩资源管理:美国公园处方签计划启示[J]. *城市与区域规划研究*, 2018,10(4):100-116.
CHEN Z, ZHANG Y, LIU S, et al. Management of health-enhancing recreation resource in urban green spaces: A lesson from American park Rx program[J]. *Journal of Urban and Regional Planning*, 2018,10(4): 100-116.
- [11] IRVINE K N, WARBER S L, DEVINE-WRIGHT P, et al. Understanding urban green space as a health resource: a qualitative comparison of visit motivation and derived effects among park users in Sheffield, UK[J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2013,10(1):417-442.
- [12] 刘文平, 袁雄钢, 陈伟鹏. 城市综合公园游憩服务多时空粒度辐射特征研究——以武汉为例[J]. *中国园林*, 2019,35(1):29-34.
LIU W, YUAN X, CHEN W. Multi-spatiotemporal decay of recreational services of urban comprehensive parks in Wuhan[J]. *Chinese Landscape Architecture*, 2019,35(1):29-34.
- [13] XIAO Y, WANG D, FANG J. Exploring the disparities in park access through mobile phone data: Evidence from Shanghai, China[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2019,181:80-91.
- [14] 方家, 刘颂, 王德, 等. 基于手机信令数据的上海城市公园供需服务分析[J]. *风景园林*, 2017(11): 35-40.
FANG J, LIU S, WANG D, et al. Supply-demand service analysis of park in Shanghai by mobile phone signaling data[J]. *Landscape Architecture*, 2017(11): 35-40.
- [15] 曹若宇, 张敏, 肖玉滢. CES 导向的小城镇总体规划探索——以徐州市柳新镇为例[J]. *城市与区域规划研究*, 2018,10(3):160-174.
CAO R, ZHANG M, XIAO Y. Research on master planning of small towns guided by culture ecosystem service: Taking Liuxin Town of Xuzhou as an example [J]. *Journal of Urban and Regional Planning*, 2018,10(3):160-174.
- [16] 邢忠, 袁川乔, 顾媛媛, 等. 融合生态服务与游憩功能的城郊绿色基础设施用地系统规划研究——以眉山市岷东新区非集中建设区为例[J]. *西部人居环境学刊*, 2019,34(1):45-54.
XING Z, YUAN C, GU Y, et al. Planning research for suburban GI land-use system on the perspective of introducing recreation pursuit into ecological service function: A case study of Mindong non-development land planning, Meishan City[J]. *Journal of Human Settlements in West China*, 2019,34(1):45-54.
- [17] 王大尚, 郑华, 欧阳志云. 生态系统服务供给、消费与人类福祉的关系[J]. *应用生态学报*, 2013,24(6): 1747-1753.
WANG D, ZHENG H, OUYANG Z. Ecosystem services supply and consumption and their relationships with human well-being[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2013,24(6):1747-1753.
- [18] SAELENS B E, FRANK L D, AUFFREY C, et al. Measuring physical environments of parks and playgrounds: EAPRS instrument development and inter-rater reliability[J]. *Journal of Physical Activity & Health*, 2006,3(s1):S190-S207.
- [19] 王兰, 孙文尧, 古佳玉. 健康导向城市设计的方法建构及实践探索——以上海市黄浦区为例[J]. *城市规划学刊*, 2018(5):71-79.
WANG L, SUN W, GU J. The methodological development of health-oriented urban design and its practical exploration: A case study of Huangpu District, Shanghai[J]. *Urban Planning Forum*, 2018(5):71-79.
- [20] 王兰, 张雅兰, 邱明, 等. 以体力活动多样性为导向的城市绿地空间设计优化策略[J]. *中国园林*, 2019, 35(1):56-61.
WANG L, ZHANG Y, QIU M, et al. Improvement

- strategy of urban green dpace design for the diversity of physical activity [J]. *Chinese Landscape Architecture*, 2019,35(1):56-61.
- [21] 吴健生,袁甜,王彤. 基于三维景观指数的城市景观美学特征定量表达——以深圳市为例[J]. *生态学报*, 2017,37(13):4519-4528.
- WU J, YUAN T, WANG T. Preliminary theory of urban landscape esthetics based on three-dimensional landscape indicators[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2017, 37(13):4519-4528.
- [22] 马彦红,袁青,冷红. 生态系统服务视角下的景观美学服务评价研究综述与启示[J]. *中国园林*, 2017,33(6):99-103.
- MA Y, YUAN Q, LENG H. Review and enlightenment of landscape aesthetics service evaluation from the perspective of ecosystem service [J]. *Chinese Landscape Architecture*, 2017,33(6):99-103.
- [23] SEIDL R, SPIES T A, PETERSON D L, et al. Searching for resilience: addressing the impacts of changing disturbance regimes on forest ecosystem services[J]. *The Journal of Applied Ecology*, 2016, 53(1):120-129.
- [24] 彭建,胡晓旭,赵明月,等. 生态系统服务权衡研究进展:从认知到决策[J]. *地理学报*, 2017,72(6):960-973.
- PENG J, HU X, ZHAO M, et al. Research progress on ecosystem service trade-offs: From cognition to decision-making[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2017,72(6):960-973.
- [25] 王敏,邱明,汪洁琼,等. 基于重要性——绩效表现分析的上海苏州河滨水空间文化性生态系统服务供需关系分析与优化[J]. *风景园林*, 2019,26(10):107-112.
- WANG M, QIU M, WANG J, et al. The supply-demand relation analysis and improvements based on importance-performance analysis of cultural ecosystem services in waterfront areas along the Suzhou creek in Shanghai [J]. *Landscape Architecture*, 2019,26(10):107-112.
- [26] 汪洁琼,李心蕊,王敏. 城市滨水空间生态系统服务供需匹配的空间智慧[J]. *风景园林*, 2019,26(6):47-52.
- WANG J, LI X, WANG M. Spatial wisdom of matching ecosystem services supply and demand in urban waterfront areas [J]. *Landscape Architecture*, 2019, 26(6):47-52.
- [27] 戚伟,李颖,刘盛和,等. 城市昼夜人口空间分布的估算及其特征——以北京市海淀区为例[J]. *地理学报*, 2013,68(10):1344-1356.
- QI W, LI Y, LIU S, et al. Estimation of urban population at daytime and nighttime and analyses of their spatial pattern: A case study of Haidian District, Beijing [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2013, 68(10):1344-1356.
- [28] 安淇. 健康导向下济南市旧城分区城市绿地生态系统文化服务供需匹配与优化研究[D]. 济南:山东建筑大学,2020.
- AN Q. Supply-demand matching and optimization for cultural ecosystem services of urban green space with health orientation, old city district, Jinan[D]. Jinan: Shandong Jianzhu University,2020.
- [29] 肖华斌,盛硕,安淇,等. 供给-需求匹配视角下城市绿色基础设施空间分异识别及优化策略研究——以济南西部新城为例[J]. *中国园林*, 2019,35(11):65-69.
- XIAO H, SHENG S, AN Q, et al. Research on the identification of urban green infrastructure supply-demand spatial differentiation and optimization strategies: A case study on Jinan West New District [J]. *Chinese Landscape Architecture*, 2019,35(11):65-69.

(编辑 吴海西 沈 波)