

基于2SFCA改进模型的城市公园季节性 供需评价

陈希^{1,2},董玉宽^{1,2},王秋实^{1,2}

(1. 沈阳建筑大学建筑与规划学院,辽宁 沈阳 110168;2. 辽宁省城市信息与空间感知重点实验室,
辽宁 沈阳 110168)

摘要 目的 研究季节因素对城市公园空间可达性计算结果的影响,优化城市公园供需评价。方法 在2SFCA模型基础上,提出季节系数概念,构建季节系数预测模型及季节性搜索半径设置方式;利用API数据获取步行成本,以沈阳市沈河区典型公园为例进行供需比计算。结果 显著性季节的供需比值存在衰减,搜索半径的季节分异对搜索结果影响显著;供需比空间布局统计结果及季节可用系数差值表明居住区分布特征、步行成本、公园服务属性与季节因素显著相关。结论 季节因素的模型修正能够提升评价结果的准确度;依据季节因素显著相关的影响指标可指导建成公园的更新优化。

关键词 公园绿地;绿地公平;可达性;两步移动搜寻法;季节系数

中图分类号 TU985.19;K901

文献标志码 A

Evaluation of Seasonal Supply and Demand for Urban Parks Based on Improved 2SFCA Model

CHEN Xi^{1,2}, DONG Yukuan^{1,2}, WANG Qiushi^{1,2}

(1. School of Architecture and Planning, Shenyang Jianzhu University, Shenyang, China, 110168; 2. Liaoning Key Laboratory of Urban Information and Spatial Perception, Shenyang, China, 110168)

Abstract: Influence of seasonal factors on the evaluation results of space accessibility for urban parks was studied, and the evaluation results of supply and demand of urban parks were optimized. On the basis of the 2SFCA, the concept of seasonal coefficient is introduced to construct a forecast model of seasonal availability coefficient and a setting method of search radius in different seasons. Shenhe District Park in Shenyang City taken as an example, a supply-demand ratio was calculated based on the walking cost of residents from API data. Results showed that the ratio of supply and demand decreased in significant seasons, and the seasonal differentiation of search radius had a significant impact on the search results. The statistical results of spatial layout of

收稿日期:2022-02-27

基金项目:国家自然科学基金项目(52178045);住房和城乡建设部软科学研究项目(R20210795)

作者简介:陈希(1989—),女,博士研究生,主要从事城市绿地空间评价与优化方面研究。

supply-demand ratio and the difference of seasonal availability coefficient show that the distribution characteristics of residential areas, walking costs and park service attributes are significantly related to seasonal factors. The model correction based on seasonal factors can improve the accuracy of the evaluation results. At the same time, the renewal and optimization of the built park can be guided according to the impact indicators significantly related to seasonal factors.

Key words: park green space; green space equity; accessibility; the two-step floating catchment area method; seasonal coefficient

城市公园分配的合理性本质是公众的城市公园资源获益程度是否平等^[1]。将城市公园视为供给侧,居民为需求侧,供给侧的服务能力和资源分配的公平程度则反应为供需关系^[2]。供给侧的评价对象为公园绿地、交通及周边商业等。运用出行距离法^[3]、人均公园绿地面积计算^[4]等方法获取公园可达性评价指标,对研究区域内的供给量进行评价。需求侧通过居民的季节行为差异^[5]、人群分异^[6]等评价手段研究居民的时空需求。在供需比评价方面,可依据评价范围及数据粒度将其分为中观层及微观层。中观层通过引力模型法^[7]、两步移动搜寻法^[8]等方法计算空间可达性,服务面积及人口比^[9]、有效服务比^[10]等方法计算公园服务效率。而微观层则是通过恢复性、感知可达性、安全性等人本视角评价个体公园的服务能力。对于季节差异显著的城市,供给侧及需求侧随着季节变化。鉴于此,笔者提出季节系数的概念,尝试描述不同城市公园在“显著性-非显著性”季节中所能提供的实际服务时长及服务量,并建构 SC2SFCA 模型,分析公园与居民的供需关系及不同公园在季节维度上的服务差异。

1 SC2SFCA 模型建构

1.1 2SFCA 模型

两步移动搜寻法(2SFCA)基于引力模型,将供给、需求和运输成本之间的相互作用纳入空间表征。

第一步:识别出从每个供给点(城市公园)位置 j 起在出行时间阈值内的所有居民区

位置 k ,并计算公园 j 服务范围内的供需比 R_j 。

$$R_j = \frac{S_j}{\sum_{i \in |d_{ij} \leq d_0|} P_i G(d_{ij})} \quad (1)$$

式中: i 为需求点(居住区); S_j 为城市公园 j 的服务能力,以公园面积表示; P_i 为 k 分区中单个需求点 i 的需求,以该居住区人口数表示; d_{ij} 为 i 和 j 之间的出行距离; d_0 为出行距离阈值; k 为出行距离阈值范围 d_0 内所有 j 可访问的 i 的数目。

$$G(d_{ij}) = \begin{cases} e^{-(d_{ij})^{2/k}}, & d_{ij} \leq d_0; \\ 0, & d_{ij} > d_0. \end{cases} \quad (2)$$

$G(d_{ij})$ 是考虑空间摩擦因数的距离衰减函数。

第二步:可达性计算。

$$A_i = \sum_{j \in |d_{ij} \leq d_0|} \frac{S_j(d_{ij})}{\sum_{k \in |d_{kj} \leq d_0|} P_k G(d_{kj})} \quad (3)$$

式中: A_i 为可达性。

1.2 建立 SC2SFCA 模型

1.2.1 季节系数

笔者考虑公园使用的季节性差异,引入季节系数(Seasonal coefficient)优化 R_j 计算,考虑公园实际使用情况受季节时长及季节性使用差异的影响,将季节系数分为季节占比系数及季节可用系数两个测度指标,引入公园 j 的供给量计算中。

随着季节演替及气温的变化,各个区域会出现显著性季节,即低舒适温度区间;非显著性季节,即舒适温度区间。根据建筑气候区划,其中的严寒地区显著性季节表现在气温较低的冬季,夏热冬暖地区的显著性季节表现在气温较高的夏季。将季节占比系数分

为显著性季节占比系数 α 及非显著季节占比系数 β ; 季节可用系数分为显著性季节可用系数及非显著性季节可用系数。

$$S_C = V_S\alpha + V_{ns}\beta. \tag{4}$$

式中: $V_S\alpha, V_{ns}\beta$ 分别为显著性季节及非显著性季节双取值单元。

引入 S_C 的供需比计算式为

$$R_i^S = \frac{S_j V_s \alpha}{\sum_{i \in \{d_{ij} \leq d_{s0}\}} P_i G(d_{ij})}. \tag{5}$$

$$R_j^{ns} = \frac{S_j V_{ns} \beta}{\sum_{i \in \{d_{ij} \leq d_{ns0}\}} P_i G(d_{ij})}. \tag{6}$$

式中: R_i^S 为显著性季节供需比; R_i^{ns} 为非显著性季节供需比。

(1) 季节占比系数

考虑不同季节全年占比时长会影响供给量的取值, 笔者设定季节占比系数, 以此控制取值结果。系数计算方法为显著性季节及非显著性季节的平均时长占全年长度比例。

$$S_{pc} = \alpha + \beta = 1. \tag{7}$$

其中, α 及 β 的取值区间及数值会随着地域气候特征变化。

$$\begin{cases} \alpha = \frac{d_s}{d}, \\ \beta = \frac{d_{ns}}{d}, \\ d = d_s + d_{ns}. \end{cases} \tag{8}$$

式中: d_s 为全年内显著性季节平均时长; d_{ns} 为全年内非显著性季节平均时长; d 为全年平均时长。

(2) 季节可用系数

在低舒适度温度区间内, 各个公园产生不同程度的季节性使用衰减, 其衰减程度受外部环境因素及内部季节性景观活力的影响。因此, 笔者引入季节可用系数概念, 以此量化不同季节各个公园提供的实际服务量。

构建季节可用系数计算模型为

$$S_{af} = V_S + V_{ns}. \tag{9}$$

$$V_S = f_1^s x_1 + f_2^s x_2 + f_3^s x_3 + \cdots + f_n^s x_n. \tag{10}$$

$$V_{ns} = f_1^{ns} x_1 + f_2^{ns} x_2 + f_3^{ns} x_3 + \cdots + f_n^{ns} x_n. \tag{11}$$

式中: x_1, x_2, \cdots, x_n 为各因子; $f_1^s, f_2^s, \cdots, f_n^s$ 为显著性季节各因子权重; $f_1^{ns}, f_2^{ns}, \cdots, f_n^{ns}$ 为非显著性季节各因子权重, 且 $f_1 + f_2 + \cdots + f_n = 1$ 。

1.2.2 搜索半径

计算需考虑步行搜索半径分级及各季节步行距离阈值划定。住房城乡建设部颁布的《城市居住区规划设计标准》(GB50180—2018)中提到的“时间生活圈居住区”概念,, 将社区生活圈划分为 15 min、10 min、5 min 3 个层级, 日本生活圈规划思路提出基础聚落圈的概念^[11], 用于满足居民日常生活的基本需求, 具体设定半径为 1~2 km, 步行时间 15~30 min 的区域为基础聚落圈的包含范围。考虑居民到达公园的目的差异, 设定搜索半径为两个等级, 舒适步行行为等级 1, 时间区间为 0~15 min。体力活动步行行为等级 2, 时间区间为 15~30 min。

笔者将步行容忍时间的季节性衰减引入搜索距离阈值的计算中。

$$R_S^1 = [T^1 \times (1 - t)] \times v_s. \tag{12}$$

$$R_S^2 = [T_{\max}^2 \times (1 - t)] \times v_s. \tag{13}$$

式中: $T_{\max}^1 = 0.25 \text{ h}$, $T_{\max}^2 = 0.5 \text{ h}$; R_S^1 为显著性季节中等级 1 的搜索距离阈值; R_S^2 为显著性季节中等级 2 的搜索距离阈值; t 为显著性季节步行容忍时间的衰减系数; v_s 为显著性季节的居民平均步行速度。

$$R_{ns}^1 = T_{\max}^1 \times v_{ns}. \tag{14}$$

$$R_{ns}^2 = T_{\max}^2 \times v_{ns}. \tag{15}$$

式中: R_{ns}^1 为非显著性季节中等级 1 的搜索距离阈值; R_{ns}^2 为非显著性季节中等级 2 的搜索距离阈值; v_{ns} 为非显著性季节的居民平均步行速度。

2 典型公园供需比计算

2.1 沈阳市沈河区典型公园选取

笔者对沈阳市沈河区 21 个公园进行调

研,选取其中 8 个典型公园作为研究对象。根据我国住房和城乡建设部颁布的《城市绿地分类标准》(CJJ/T 85—2017),各公园信息统计如表 1 所示。

表 1 沈河区 8 个典型公园信息统计

Table 1 Information statistics of 8 typical parks in Shenhe District			
序号	公园名称	绿地类型	面积/hm ²
1	青年公园	综合公园	29.0
2	皂角园	游园	4.3
3	万柳塘公园	综合公园	31.3
4	沈河区体育公园	专类公园	9.0
5	长青公园	社区公园	8.0
6	五里河公园	专类公园	126.0
7	东新园	社区公园	4.8
8	双河城公园	社区公园	12.3

2.2 POI 点及人口数据获取

笔者依据沈河区各街道办事处公布的街道地理位置,整理 11 个街道的区域范围及其管辖内的社区名录,利用开源地图结合实地调研获取各社区内居住小区信息,并统计街道办事处公布的各社区人口数据。可达性计算的行程起点数据为研究区内 445 各小区的 POI 点及覆盖范围各小区出入口补充数据,

共获得 704 个起点。可达性计算的出行目的地各个公园的出入口。带状公园一般为开放公园,边界不规则、多点出入等问题,笔者采用实际测量与网上查询结合的方式,确定高频次使用出入口,得到了 49 个目的地点位。在居民步行模式下,各个小区出入口到达各个公园出入口的搜索词条共计 34 496 条,规定距离成本范围词条共计 5 248 条。

2.3 基于 API 的距离成本获取

为便于批量获取各个搜索点间的距离成本信息,笔者构建了“时间 - 距离成本集测平台”。该平台借助 HBuilder 调用前端数据接口,使用 Eclipse 工具运行 java 后端,并连接 MySQL 数据库实现批量数据计算与导出。获取指定地理点位信息、不同的交通模式的路线规划及时间成本计算结果。并利用数据库管理工具 Navicat 实现对数据库的智能化管理,导出 Excel 数据文件。

2.4 典型公园供需比计算

2.4.1 季节可用系数计算

参考陈菲等^[12]构建冬夏季景观活力评价模型(见图 1)及 Gidlow 的邻里绿色空间测量工具(NGST)^[13](见表 2),构建普适于类型公园的季节性景观活力测度模型。

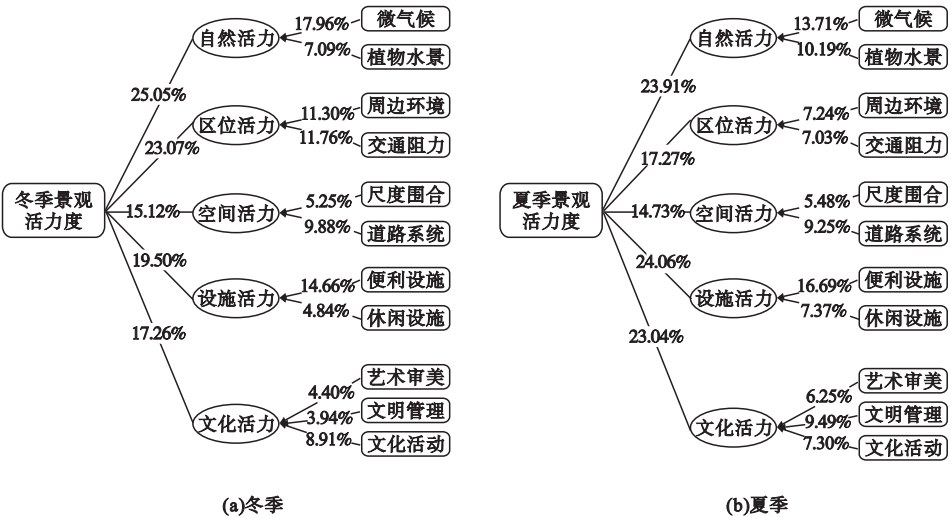


图 1 寒地冬夏季公共空间景观活力评价模型

Fig. 1 Landscape vitality evaluation model of public space in winter and summer in cold region

表2 邻里绿色空间测量工具

Table 2 The neighborhood green space tool(NGST)

潜变量	观测变量	权重/%
可达性	通行入口数量、人行横道及捷径路径数量和质量	18
休闲设施	不同活动用途的设备及设施数量、开放空间数量及品质	16
便利设施	提供质量:座椅;垃圾点;狗箱;照明	22
自然元素	提供质量:草;树木/灌木/植物;花坛;水景	20
不文明因素	垃圾、酒瓶、毒品、涂鸦、碎玻璃、破坏公物行为、狗排泄物、噪音	24

根据模型设计“沈河区季节性公园景观活力影响调查”问卷,采集线上样本数据共计223份。使用问卷采集数据进行筛选季节影响显著因子,并计算权重因子分析,推导严寒城市公园季节可用系数预测模型(见表3)。

表3 严寒城市公园“显著-非显著”季节可用系数预测模型

Table 3 Prediction model of "Winter-Non winter" seasonal availability coefficient in severe cold city park

一级指标	二级指标	权重/%		测度方式
		显著	非显著	
自然因素	植物表现	7	30	植物覆盖度、植物丰富度
	水景表现	27	25	水域面积占比、水景亲水度
区位因素	区位活力	34	18	步行搜索范围内社区人口数量、周边商业丰富度
设施因素	便利设施	19	6	单位面积卫生间数量
	休闲设施	13	21	单位面积休憩设施、儿童及运动设施数量、各设施服务质量

依据二级指标进行沈阳市沈河区8个典型公园评价变量统计。实测型观测变量包括:水景面积、植物覆盖度、区位活力、便利设施数量、休闲设施。评测型观测变量包括:显著性季节及非显著性季节水景亲水度、植物丰富度、设施质量、周边商业丰富度。评测型观测变量结合现场实拍照片、视频及区域商业住区点密度分析图专家进行10制打分。实测型观测变量将统计结果对应分段实施10分制取值,以此统一评测型及实测型观测变量结果,并对数值进行归一化处理,沈河区典型公园显著性、非显著性季节评价变量统计结果如表4所示。

表4 沈河区典型公园“显著性-非显著”季节评价变量统计

Table 4 Significant and non significant season evaluation variables of typical parks in Shenhe District

序号	公园名称	显著性季节归一化均值					非显著性季节归一化均值				
		水景表现	植物表现	区位因素	便利设施	休闲设施	水景表现	植物表现	区位因素	便利设施	休闲设施
1	青年公园	0.45	0.45	0.65	0.50	0.15	0.55	0.60	0.90	0.50	0.15
2	万柳塘公园	0.45	0.50	0.70	0.60	0.35	0.70	0.65	0.85	0.60	0.35
3	沈河区体育公园	0.35	0.50	0.10	0.80	0.90	0.65	0.80	0.20	0.80	0.90
4	五里河公园	0.65	0.45	0.60	0.50	0.30	0.85	0.70	0.85	0.50	0.30
5	皂角园	0.30	0.35	0.70	0.60	0.50	0.45	0.60	0.85	0.60	0.50
6	长青公园	0.00	0.55	0.35	0.60	0.30	0.00	0.65	0.50	0.60	0.30
7	东新园	0.00	0.65	0.20	0.70	0.60	0.00	0.70	0.30	0.80	0.60
8	双河城公园	0.15	0.60	0.10	0.60	0.45	0.30	0.70	0.20	0.60	0.45

2.4.2 季节占比系数计算

笔者根据王雷等^[14]整理的东北地区2000~2010年四季平均开始日计算显著季节(冬季)及非显著季节(非冬季)平均长度占比。将沈阳地区季节占比系数取值为: $\alpha=0.45$ 、 $\beta=0.55$ 、 $\alpha+\beta=1$ 。在此基础上计

算季节可用系数差值,以此评价公园季节服务水平的变化程度。并综合各类季节系数得出 S_c ,运用季节可用系数预测模型的5个影响因子及权重,分别计算及,沈河区典型公园显著性、非显著性季节系数结果如表5所示。

表5 沈河区典型公园显著性、非显著性季节系数

Table 5 Significant and non significant seasonal coefficients of typical parks in Shenhe District						
序号	公园名称	V_s	V_{ns}	季节可用系数差值	季节影响显著水平	S_c
1	青年公园	0.49	0.54	0.05	*	0.52
2	万柳塘公园	0.55	0.63	0.08	*	0.59
3	沈河区体育公园	0.43	0.68	0.25	* * *	0.57
4	五里河公园	0.54	0.67	0.13	* *	0.61
5	皂角园	0.52	0.59	0.07	*	0.56
6	长青公园	0.31	0.38	0.07	*	0.31
7	东新园	0.33	0.44	0.11	* *	0.39
8	双河城公园	0.29	0.45	0.16	* *	0.38

注: * 表示0~0.1的季节影响显著水平; * * 表示0.1~0.2的季节影响显著水平; * * * 表示>0.2的季节影响显著水平。

2.4.3 季节分异搜索半径设置

冷红等^[15]研究表明,寒地气候对居民冬季步行出行至公共开放空间的容忍时间有约30%的衰减。居民普通季节的步行速度为4.8 km/h,冬季步行速度为4.77 km/h。笔者将每个居住小区起点到测试园区入口的最小步行距离作为可达性测度指标。根据搜索半径距离阈值计算公式得出显著性季节搜索

距离等级分别为小于等于0.8 km及0.8~1.7 km;非显著性季节搜索距离等级分别小于等于1.2 km及1.2~2.4 km。

2.4.4 典型公园供需比计算

运用计算式(3)、式(4)计算8个典型公园步行模式下服务供需比,并绘制显著性及非显著性季节公园服务供需空间分布图(见图2)。

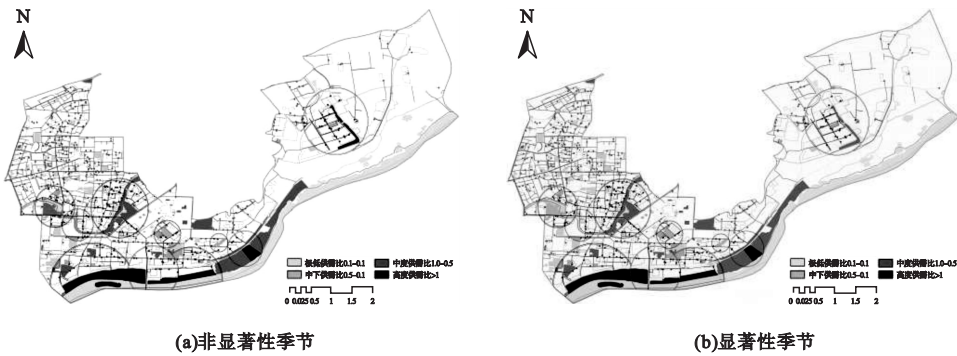


图2 沈阳市沈河区8个典型公园季节性供需比空间分布

Fig. 2 Spatial distribution of seasonal supply-demand ratio of 8 typical parks in Shenhe District, Shenyang

3 典型公园季节性供需评价

3.1 季节搜索半径设置对服务人口的影响

根据差异季节等级搜索距离阈值获取的可服务社区数量对比可见,随着冬季及非冬季步行距离阈值变化,可服务社区数量存在差距(见表6)。冬季一级搜索阈值内8个典型公园共服务约10.6万人;冬季二级搜索阈

值内共服务约155.5万人。非冬季一级搜索阈值内8个典型公园共服务约50.5万人;非冬季二级搜索阈值内,共服务约195.3万人。除五里河公园的显著及非显著季节搜索结果一致外,其余公园均在一定程度上存在服务社区及人口数量差异。这说明了季节性搜索半径设置的必要性。

表6 各等级搜索距离阈值内的可服务社区及人口数量统计

Table 6 Serviceable communities and population within the search distance threshold of each level									
序号	公园名称	显著性季节(冬季)				非显著性季节(非冬季)			
		一级搜索距离		二级搜索距离		一级搜索距离		二级搜索距离	
		社区/ 个	人口/ 10 ³ 人	社区/ 个	人口/ 10 ³ 人	社区/ 个	人口/ 10 ³ 人	社区/ 个	人口/ 10 ³ 人
1	青年公园	2	15.60	39	410.50	8	88.40	32	337.70
2	万柳塘公园	1	12.70	41	425.00	9	98.50	33	339.60
3	沈河区体育公园	1	12.60	9	88.60	3	24.50	7	76.80
4	五里河公园	1	3.35	19	179.00	1	3.35	19	179.00
5	皂角园	1	12.10	41	422.00	12	135.00	30	298.70
6	长青公园	2	23.00	21	213.00	5	60.40	18	175.60
7	东新园	2	18.00	11	119.00	5	47.00	8	90.70
8	双河城公园	1	8.48	9	96.00	5	47.60	5	56.30

3.2 季节可用系数差值分析

从表5中的季节可用系数差值可以看出,各个公园的使用评价受季节影响程度不同。青年公园、皂角园、长青公园因其所处的地理位置及公园服务性质等因素,季节影响较弱。而沈河区体育公园、五里河公园、双河城公园影响较大,冬季使用呈现明显衰减。综合季节系数显示,万柳塘公园、五里河公园及沈河区体育公园的内部服务表现较佳,长青公园、东新园、双河城公园的公园内部服务程度较差。

3.3 典型公园供需比计算结果

从图2可知,双河城公园、青年公园及皂角园供需比在显著性季节存在明显下降。分别由非显著性季节的高度供需比、中度供需比及中下供需比下降至中度供需比、中下供需比及极低供需比。

从供需比的空间分布上,沈河区呈东西双区域差异化布局特点,西区公园数量较多,居住密度较大,东区则相反。综合冬季及非冬季供需比结果可以看出,位于西沈河的浑河沿岸的五里河公园、体育公园及位于东沈河的双河城公园全年呈较高供需比值,而西沈河区域的社区公园呈较低供需比值。

4 结 论

- (1)在一级步行搜索阈值内,公园可服务人口量冬季较非冬季下降约79%。由此可见,步行可达阈值季节差异显著。在城市绿地更新中,可参考显著性季节供需比计算结果,优先增设低供需比区域小微绿地,以此补充显著季节局域公园供给量不足的问题。
- (2)沈河区专类公园综合季节系数较高,但季节系数差值较大,说明其全年整体访

问度较高,但冬季使用度衰减明显。后续相关更新改造中,应突出服务内容特色,补充适宜显著性季节的休闲体育设施。同时增强慢行交通网络的连通度,以此激发显著性季节景观活力。

(3)区域型社区公园,普遍内部服务质量不佳,虽季节差异性不显著,但其全年平均公园活力较低。应考虑其地理区位优势及社区老年人、儿童等弱势群体日常活动需求,优化其内部服务设施质量及景观品质。

参考文献

[1] 湛东升,张文忠,湛丽,等.城市公共服务设施配置研究进展及趋向[J].地理科学进展,2019,38(4):506-519.
(ZHAN Dongsheng,ZHANG Wenzhong,CHEN Li, et al. Research progress and its enlightenment of urban public service facilities allocation [J]. Advances in geographical sciences,2019, 38(4):506-519.)

[2] 周聪惠.公园绿地规划的“公平性”内涵及衡量标准演进研究[J].中国园林,2020,36(12):52-56.
(ZHOU Conghui. Research on the evolution of the connotation of "equity" and its measurement standards in park land planning [J]. Chinese landscape architecture 2020, 36(12):52-56.)

[3] KYUSHIK O, SEUNGHYUN J. Assessing the spatial distribution of urban parks using GIS [J]. Landscape & urban planning, 2007, 82(1/2):25-32.

[4] 周筱雅,刘志强,王俊帝,等.中国建制市人均公园绿地面积的探索性空间数据分析[J].生态经济,2019(10):86-93.
(ZHOU Xiaoya, LIU Zhiqiang, WANG Jundi, et al. Exploratory spatial data analysis of per capita park green area in designated cities of China [J]. Ecological economy, 2019(10): 86-93.)

[5] 刘海荣,冀媛媛,史滢滢.不同季节街旁绿地使用者游憩行为比较研究[J].山西建筑,2017,43(14):205-207.
(LIU Hairong, JI Yuanyuan, SHI Yanyu. Research on users' recreation action in roadside green space different seasons [J]. Shanxi architecture, 2017, 43(14):205-207.)

[6] OZGUNER H. Cultural differences in attitudes towards urban parks and green spaces [J]. Land-scape research, 2011, 36(5):599-620.

[7] 杨钦宇,徐建刚.基于引力可达性的公共服务设施公平性评价模型构建[J].规划师,2015(7):96-101.
(YANG Qinyu, XU Jiangang. An analysis model of

public service facilities based on attraction accessibility [J]. Planners, 2015 (7): 96-101.)

[8] 陶卓霖,程杨.两步移动搜寻法及其扩展形式研究进展[J].地理科学进展,2016(5):589-599.
(TAO Zhuolin, CHENG Yang. Research progress of the two-step floating catchment area method and extensions [J]. Progress of geographical science, 2016(5):589-599.)

[9] 李文,张林,李莹.哈尔滨城市公园可达性和服务效率分析[J].中国园林,2010,26(8):59-62.
(LI Wen, ZHANG Lin, LI Ying. Accessibility and service efficiency of Harbin's urban parks [J]. Chinese landscape architecture, 2010, 26(8):59-62.)

[10] QIANG N, YE W, YUAN X, et al. Detailed assessment of the spatial distribution of urban parks according to day and travel mode based on web mapping API: a case study of main parks in Wuhan [J]. Environmental research and public health, 2018, 15:1725.

[11] 沈振江,林心怡,马妍.考察近年日本城市总体规划与生活圈概念的结合[J].城乡规划,2018(6):74-87.
(SHEN Zhenjiang, LIN Xinyi, MA Yan. On the combination of Japanese urban master plan and "life circle" concept in recent years [J]. Urban and rural planning, 2018(6):74-87.)

[12] 陈菲,朱逊,张安.严寒城市不同类型公共空间景观活力评价模型构建与比较分析[J].中国园林,2020,36(3):92-96.
(CHEN Fei, ZHU Xun, ZHANG An. The construction and comparative analysis of landscape vitality evaluation model of different public space in winter city [J]. Chinese landscape architecture, 2020, 36(3):92-96.)

[13] GIDLOW C, ELLIS N, BOSTOCK S. Development of the neighborhood green space tool (NGST) [J]. Landscape and urban planning, 2012, 106:347-358.

[14] 王雷,吴正方,杜海波.1961—2010年东北地区四季开始日及长短变化特征分析[J].气象科学,2014,34(5):499-507.
(WANG Lei, WU Zhengfang, DU Haibo. Variation characteristics of the starting date and length of seasons over northeast China during 1961 to 2010 [J]. Journal of the meteorological sciences, 2014, 34(5):499-507.)

[15] 冷红,鲁钰雯,袁青.寒地城市冬季公共开放空间步行可达性研究[J].建筑学报,2017(增刊1):38-42.
(LENG Hong, LU Yuwen, YUAN Qing. Study on the walking accessibility on urban public open space of the cold region in winter time [J]. Architectural journal, 2017(S1):38-42.)

(责任编辑:徐玉梅 英文审校:唐玉兰)