

老年健康促进视角下社区公园使用差异影响机制研究

Research on the Influence Mechanism of Community Park Use Difference from the Perspective of Elderly Health Promotion

姜佳怡¹ 陈 实¹ 陈 曦¹ 夏正伟¹ 陈 明^{2*}
JIANG Jiayi¹ CHEN Shi¹ CHEN Xi¹ XIA Zhengwei¹ CHEN Ming^{2*}

(1. 苏州大学金螳螂建筑学院, 苏州 215127; 2. 福建农林大学风景园林与艺术学院, 福州 350028)
(1. School of Architecture, Soochow University, Suzhou, Jiangsu, China, 215127; 2. College of Landscape Architecture and Art, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian, China, 350028)

文章编号: 1000-0283(2024)08-0028-11
DOI: 10. 12193 / j. laing. 2024. 08. 0028. 004
中图分类号: TU986
文献标志码: A
收稿日期: 2024-05-16
修回日期: 2024-07-02

摘 要

不断深化的老龄化进程对城市建设提出了新的挑战。研究空间与非空间指标对于65岁以上老年人访问社区公园的影响机制, 有助于完善中国社区生活圈规划并促进健康老龄化。手机信令数据 (Mobile Signaling Data) 与地理数据的应用, 可为不同年龄组老年人的公园可达性进行社区层面的分析。基于MSD和地理数据, 分析上海中心地区三个年龄段老年人访问社区公园的差异及其影响因素。通过多变量多元线性回归 (Multivariate Multiple Linear Regression) 模型, 考察了空间与非空间指标的影响机制。结果显示, 相比所有游客, 老年游客使用社区公园时的实际服务范围减少了30%~50%。此外, 本地老年人与其他年龄组游客访问社区公园的比例存在显著差异。空间指标中, 旅行距离是限制75岁以上老年人访问公园的主要指标, 而城市设施混合度对65~70岁老年人访问公园的负面影响最大。社会经济属性对70岁以上老年人访问公园具有显著的正面影响。旨在改善老年人友好的社区公园设计, 支持健康老龄化社会的发展。

关键词

健康城市; 适老化; 社区公园; 手机信令数据; 上海

Abstract

Population aging and urbanization have exacerbated older people's disadvantage in accessing public urban facilities. Identifying the influencing mechanism of spatial and non-spatial indicators on older (≥ 65 years old) adults visiting community parks may help to improve the Chinese community-life circle planning and healthy and active aging. The availability of mobile signaling data (MSD) and big geodata enables a community-level analysis of park accessibility among different age groups of older adults; such applications have been relatively scarce. The present study used MSD to analyze the differences between visits to community parks in central Shanghai by three groups of older people. The influencing mechanism of spatial and non-spatial factors was examined using a multivariate multiple linear regression (MLLR) model. The results revealed that older adults' use of community park services scope was approximately 30%~50% lower than that of visitors overall. In addition, the ratio of local older people visiting community parks and visitors from different age groups shows significant diversity. Among spatial factors, travel distance was the most significant negative factor limiting older adults' access to community parks, especially for those over 75 years old. The mixing degree of urban facilities was the most significant negative factor limiting local older adults' access to community parks, especially for those aged 65~70. The findings also showed that socioeconomic attributes had a considerable positive impact on older adults' access to community parks, especially for those over 70 years old. The present study might assist policymakers in understanding the spatial and non-spatial factors that influence park accessibility in the Shanghai metropolis and promote older people-friendly community park design and a healthy aging society.

Keywords

healthy city; age-friendliness; community parks; mobile signaling data; Shanghai

姜佳怡

1993年生/女/江苏苏州人/博士/讲师、硕士生导师/研究方向为区域与城市生态环境多尺度研究、景观感知、非正式绿地、时空分析及大数据可视化

陈 明

1991年生/男/福建福州人/博士/讲师/研究方向为数字景观、城市绿色基础设施、城市绿色空间、大气颗粒物污染、城市微气候

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

基金项目:

国家自然科学基金青年科学基金项目“基于深度学习与情景模拟的高密度城市水网地区非正式绿地识别及生态系统服务评价研究”(编号: 32301646); 江苏省人力资源和社会保障厅“高密度城区潜在非正式绿地识别与优化研究”(编号: 2022ZB599)

人口老龄化和城市化已成为影响可持续城市发展的关键问题^[1]。快速人口老龄化和城市化进程，引发了一系列城市空间结构和使用问题^[2-4]。中国是世界上老龄人口最多的国家，也是老龄化速度最快的国家之一。自2000年中国步入“老龄社会”（≥65岁人口占总人口的7%）以来，城市化率已从49.95%增长至2019年的60.6%^[5]，而65岁及以上人口比例增至11.5%（1.64亿）^[5-6]。研究显示，老年人对社会保障和公共服务的需求更高^[7-9]，而城市公园对维持老年人的生理和心理健康具有重要作用^[10-12]。就地养老，即老年人可以继续生活在自己的家中和社区中，被认为是促进和实现健康老龄化以及建设老年友好环境的重要途径。但是，受出行范围限制，老年人（≥65岁）与中青年（18~65岁，不含65岁）在获取和使用城市公园时的不平等现象引起了广泛关注^[13]。社区公园是构建在地养老社会保障体系的重要一环。因此，作为社区的重要组成部分，适老化社区公园规划对健康老龄化具有现实意义。

现有研究结合可达性、安全性、环境以及娱乐设施差异讨论了老年人访问和使用公园的影响因素^[10-11,14]；世界卫生组织也提出适老化公园设计指导方针^[11,15]；相关研究还重点关注了特定类型的公园及老年人的出行偏好^[16]。此外，社会经济条件^[17]、交通可达性^[16]、地理邻近性^[18]、商业区分布^[19]以及人口密度^[7]等指标均被证实可影响居民访问城市公园。例如，研究证实了性别^[20]、年龄与行动能力^[19]以及社会经济属性^[21]对公园规划与可达性的影响。近年来，城市绿地的不均匀分布引起了广泛关注。Gu等^[16]指出，上海不同街道的居民访问郊区公园存在可达性差异化，认为优化人口分布和交通节点规划可以有效改善差异，并建议将非空间指标与空间可达性结合起来研究。SANG等^[20]发现不同人群、性别和年龄段的人访问绿地的频率存在差异，为非空间指标影响老年人访问公园的相关研究提供了参考。上述研究表明，城市公园的分布不均一定程度上限制了老年人的公园可达性。然而，受到数据可用性等限制，城市范围内针对老年人不同年龄段的公园可达性研究和特定类型的讨论较少。

既往研究表明，结合手机信令数据与空间结构和社会经济属性，可以确定城市公园与居民时空行为之间的关系^[22]。手机信令数据包括ID、年龄、记录时间及位置等信息，可用于研究不同年龄组用户的公园访问行为^[23]。作为长三角的中心城市，上海拥有该地区最高的人口密度，并且是中国老龄化速度最快的大都市^[3]。自1979年以来，城市建设和人口老龄化的双重压力对上海的城市规划师发起了挑战。2016年，上海市规划和自然资源局提出了建设15 min步行社区生活圈的规划目标，强调以社区作为规划的基本单位，为满足不同群

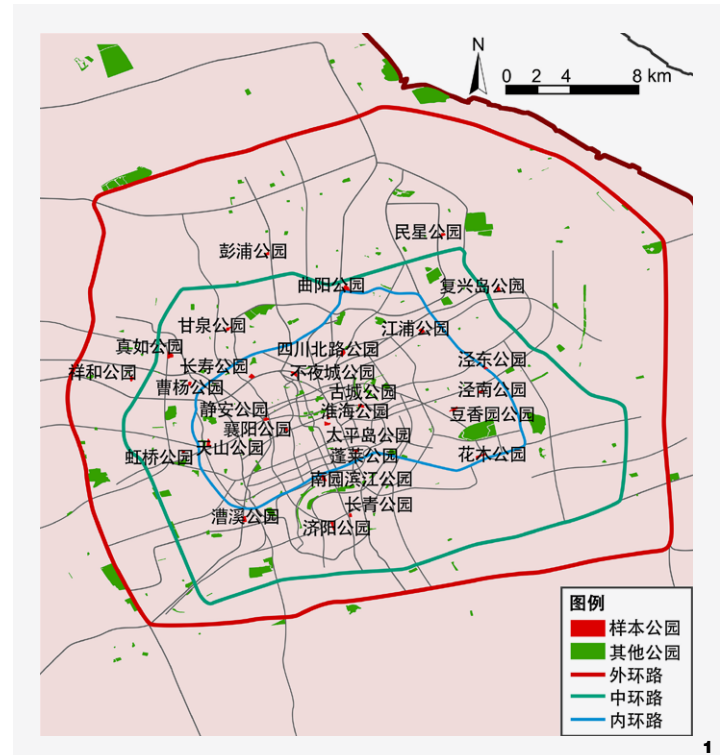


图1 上海中心城区26个样本公园
Fig. 1 Study area and 26 sample parks in central Shanghai

体需求而提供多样化的公共设施^[23]。2017年，上海新一轮城市规划建议将公共设施和社区公园的适宜步行距离定为0.5 km^[24]。2019年，上海65岁及以上的人口比例达到了21.67%（5 261 700人），市中心的比例更是上升至24.12%^[3]。因此，研究上海中心城区（由上海外环路界定，见图1）不同老年年龄组访问社区公园的差异及影响因素，对中国其他老龄化地区具有重要意义。

本研究采用手机信令数据（Mobile Signaling Data, MSD）及其他大数据资源，通过空间与非空间指标来评估老年人在上海社区公园的访问情况，旨在探讨以下几个具体的研究问题：社区公园服务范围对不同年龄的老年人有何差异？导致不同年龄组的老年人访问社区公园差异的主要城市空间及非空间因素有哪些？

1 研究方法

1.1 研究区概况

研究以上海市为例，选择位于外环路内样本公园。样本公园为公园目录中面积范围为2.0 ~ 10.0 hm²的社区公园^[24-25]，初选样本公园包含

81个免费开放的社区公园，研究筛选了54个位于市中心的公园。考虑手机信令数据精度，研究去除了移动基站分布密度较低、数据精度较低的28个公园，最终得到位于上海市中心的26个样本公园（图1）。表1为公园的面积及区位。

1.2 指标选取

考虑城市空间及非空间指标，研究将平均出行距离、年龄差异、邻里环境和旅行目的地^[15]纳入指标体系。所有空间指标根据公园游客的起点和终点测量^[14]。此外，根据Duan等^[26]的研究，人口密度对城市核

心区的房价产生负面影响，因此研究通过二手房价定义社会经济属性以反映社区组成结构。

1.3 数据预处理

表2为本研究数据及来源。基于既往研究^[27]，将POI数据（图2-b）重分类为：交通设施、工业设施、居住设施、公共设施、商业设施和绿地。研究获取了2019年的二手房价格，并将其与居住设施POI数据关联。

研究基于匿名手机信令数据识别公园游客行为轨迹，定义居民连续5晚（2400–次日600）重叠位置为居住地，最终，从2 240万移动用户中筛选了1 950万本地常住居民，接近上海总人口数（2 430万）的80%^[3]。图2-c为基站分布情况，基站密度与人口密度匹配^[22]。基于15 min社区生活圈（3 ~ 5 km²）和上海0.5 km步行可达的公共服务设施建设目标^[23-25]，以直径2 km（面积约为3.46 km²）六边形网格为研究单元^①，将上海市划分为2 230个研究单元。表3为基站区位及服务半径。图3-a为研究单元与移动基站覆盖范围，两者重合率达95%以上。以静安公园（图3-b）为例，当移动基站的覆盖范围与样本公园的重合面积超过80%时（表4），该基站被定义为社区公园基站，公园入口所在处基站被定义为公园入口基站。

1.4 研究框架及指标计算

1.4.1 因变量：公园游客识别与量化

本研究框架见图4。研究只记录至少两次通过公园大门的公园游客。连续两周内，共获取767 059名社区公园游客，包括277 445名65岁及以上的老年人（占36.17%），并定义社区公园游客居住地所在研究单元为起点（O），社区公园所在研究单元则是游客终

表1 样本公园面积及其相应行政区人口年龄构成
Tab. 1 The area of sample parks and the population age composition of the corresponding administrative district

行政区 District	不同年龄段占比 /%			公园名称 Name of parks	公园面积 /hm ² Park area
	> 65 岁	65 ~ 79 岁	> 80 岁		
虹口	25.81	19.12	6.69	四川北路公园	4.24
				曲阳公园	4.74
普陀	25.85	18.79	6.06	曹杨公园	2.26
				祥和公园	3.00
				真如公园	4.58
				甘泉公园	3.16
				长寿公园	4.07
				蓬莱公园	4.09
黄浦	25.09	18.58	6.51	古城公园	3.88
				太平桥公园	4.41
				淮海公园	2.56
				南园滨江公园	4.42
				不夜城公园	3.53
静安	24.59	18.30	6.29	彭浦公园	2.10
				静安公园	2.78
长宁	24.34	17.43	6.91	天山公园	4.23
				虹桥公园	2.03
杨浦	23.51	17.43	6.08	江浦公园	5.09
				民兴公园	3.33
				复兴岛公园	4.19
徐汇	23.60	17.11	6.49	襄阳公园	2.21
				漕溪公园	3.13
				泾南公园	3.54
浦东新区	21.17	16.26	5.15	豆香园公园	3.70
				济阳公园	3.30
				长青公园	2.82
				26 个样本公 园（均值）	91.39

① 由于六边形面积周长比很低，因此使用六边形网格可减少由于格网形状的边界效应带来的样本偏差。

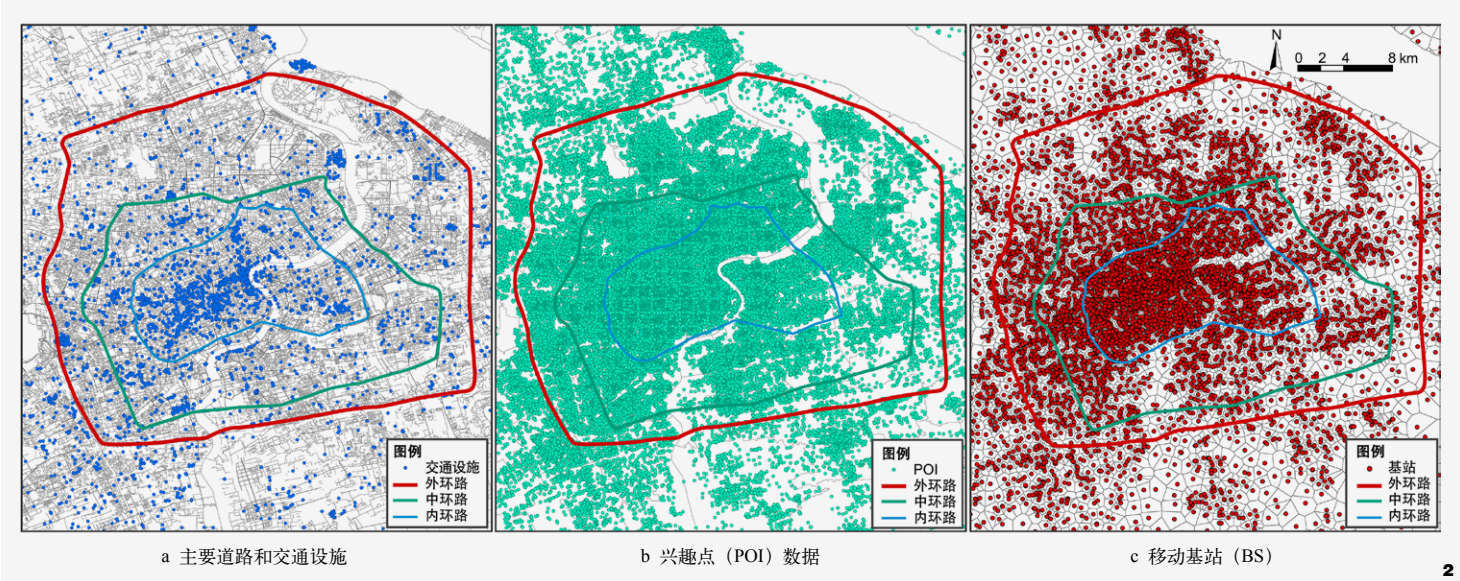


图2 数据资源
Fig. 2 Data resources

表2 城市基础设施和出行行为数据
Tab. 2 Summary of urban infrastructure and travel behavior data

数据 Data	源 Source	时间 Time	记录数量 Quantity of records	字段 Fields	应用 Use
城市道路和公共交通设施	上海市规划和国土资源管理局	2019 年	54 574 个	道路名称、道路等级、停车区、车站、纬度、经度、城市代码	测量公园游客的旅行距离
兴趣点 (POI) 数据	自动导航地图	2019 年	580 000 个	ID、类别 (12 个主要类别、46 个中等类别、数百个小类别)、纬度、经度、相应设施名称、城市、城市代码	测量每个研究单元中城市基础设施的分布密度
房价数据	链家房地产经纪有限公司	2019 年	18 465 个	每平方米价格、卧室数量、经度、纬度、时间、城市	确定研究单位的房价
手机信令数据 (MSD)	上海移动通信有限公司	2019.09.03–2019.09.17	每天 85 亿条记录, 2 240 万移动用户 (每天 375 条记录)	用户 ID、年龄、计时、相应基站信息	识别移动用户的轨迹
移动基站			38 659 个项目, 中心城区和非中心城区的密度分别为 50 ~ 300 m 和 500 ~ 3 000 m	移动国家代码 (MCC)、移动网络代码 (MNC)、位置区域代码 (LAC)、基站 ID (BSID)、经纬度	

表3 移动基站覆盖区位和服务半径 (N=38 659)
Tab. 3 The location and service radius of BSs coverage area (N=38 659)

区位 Location	数量 / 个 Number	平均服务半径 / m Average service radius
内环	6 466	179
内环与中环之间	5 459	252
中环与外环之间	7 271	361
外环外	19 464	1 059

点 (D), 将2019年9月3日至17日样本公园游客按年龄组 (<65岁、65 ~ 70岁 (含65岁、不含70岁)、70 ~ 75岁 (含70岁、不含75岁)、≥75岁, 下同) 汇总。基于道路网络, 通过成本矩阵分析测量公园游客从居住地到公园的出行距离 (DIS_{od})。老年人口占比可能会影响公园老年游客人数及比例, 因此研究还

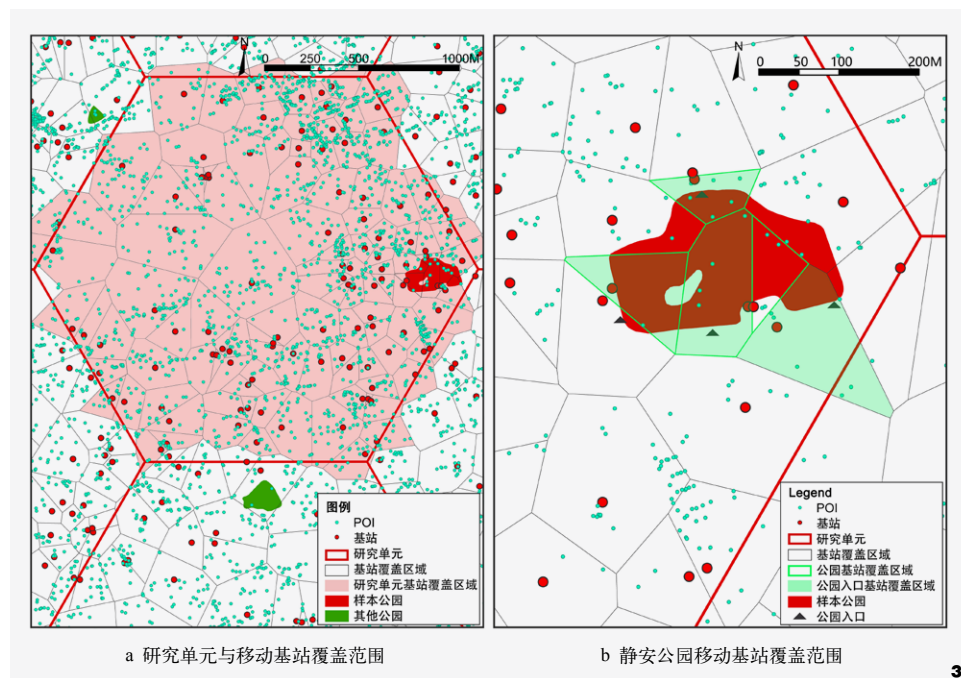


图3 MSD分布示意图
Fig. 3 Distribution diagram of MSD

统计了不同年龄组老年人游客比例 RPV_o ，见公式 (1)。式中， PV_o 和 P_o 分别表示游客所在居住地公园不同年龄组游客密度和人口密度。

$$RPV_o = PV_o / P_o \quad (1)$$

此外，研究还区分了居住地与社区公园所在研究单元一致的游客占公园所有游客的比例 RPV_d ，并按照不同年龄组分别统计，见公式 (2)。式中， PV_d 和 PV 分别表示一致游客和所有游客的数量。

$$RPV_d = PV_d / PV \quad (2)$$

1.4.2 自变量：房价和城市基础设施

本研究将房价作为反映社会经济属性的主要目标，见公式 (3)。式中， HP_o 为起点单元 (O) 的房价； m 为研究单元内住宅建筑的兴趣点 (POI) 数量， HP_{om} 为每个住宅社区

的房价。

$$HP_o = (HP_{o1} + HP_{o2} + \dots + HP_{om}) / m \quad (3)$$

每个研究单元中城市基础设施的分布密度通过设施频数来测量，见公式 (4)。式中， e 代表 6 类兴趣点 (POI) 数据， n_e 是每个单元中第 e 类型的 POI 数据数量， N_e 是 e 类数据总数。 F_e 是第 e 类数据的频率密度 (交通设施 F_1 、工业设施 F_2 、住宅建筑 F_3 、公共设施 F_4 、商业设施 F_5 、绿地 F_6)。 F_{o1} 至 F_{o6} 和 F_{d1} 至 F_{d6} 分别代表起点单元 (o-unit) 和终点单元 (d-unit) 中 6 种类型 POI 的频率密度。

$$F_e = n_e / N_e \quad (4)$$

此外，城市功能设施混合程度通过计算 6 种类型的平均标准差 (SD) 化。 SD 值与城市功能设施的混合程度呈负相关，起点单元 (O)

和终点单元 (D) 中的值分别为 SD_o 和 SD_d 。

1.4.3 分析模型

研究基于多变量多元线性回归 (Multivariate Multiple Linear Regression, MMLR) 模型 (初始模型) 分析老年人访问社区公园的影响机制。基于前文所述，老年人访问社区公园的影响机制是基于空间和非空间指标进行建模的，研究采用 Python 3.7 进行分析。见公式 (5)，式中， α_0 是截距， α_1 至 α_{11} 为自变量系数。研究将老年人分为三组：第一组，65 ~ 70 岁；第二组，70 ~ 75 岁；第三组， ≥ 75 岁。 RPV_o 或 RPV_d 单列模型等同于单变量多元回归模型。

$$RPV_{od} = (RPV_o, RPV_d) = \alpha_0 + \alpha_1 DIS_{od} + \alpha_2 (HP_o) + \alpha_3 (PO_o) + \alpha_4 (F_{o1}) + \alpha_5 (F_{o4}) + \alpha_6 (F_{o6}) + \alpha_7 (SD_o) + \alpha_8 (F_{d1}) + \alpha_9 (F_{d4}) + \alpha_{10} (F_{d6}) + \alpha_{11} (SD_d) \quad (5)$$

为提高模型稳定性，研究选择对变量进行对数转换，优化模型计算见公式 (6)，式中， β_0 为截距， β_1 至 β_{11} 为自变量系数。

$$LRPV_{od} = (LRPV_o, LRPV_d) = \beta_0 + \beta_1 \log (DIS_{od}) + \beta_2 \log (HP_o) + \beta_3 \log (PO_o) + \beta_4 \log (F_{o1}) + \beta_5 \log (F_{o4}) + \beta_6 \log (F_{o6}) + \beta_7 \log (SD_o) + \beta_8 \log (F_{d1}) + \beta_9 \log (F_{d4}) + \beta_{10} \log (F_{d6}) + \beta_{11} \log (SD_d) \quad (6)$$

2 研究结果

2.1 不同年龄组老年人社区公园使用情况

研究获取了连续两周 767 059 名游客的相关数据，其中 36.18% 的游客年龄 ≥ 65 岁。所有老年游客都居住在中心城区，老年游客占社区公园游客总数的比例高于中心城区老年居民占居民总数的比例，两者相差 1.56 倍。研究采用标准差椭圆 (SDE) 模型，也即 Lefever 于 1926 年提出的单因素变量的空间分布和方向描述模型^[28]，量化样本公园服务半径差异。服务范围的测量方法是计算 x 和 y 方向

表4 样本公园移动基站覆盖区域范围 (N=38 659)
Tab. 4 The Location of BSs coverage area of sample parks (N=38 659)

公园名称 Name of parks	基站数量 / 个 Number of PBSs	基站覆盖范围 /hm ² PBSs area	基站覆盖范围与公园重合 面积 /hm ² Intersection area (IA) of PBSs and park area	基站覆盖范围占比 /% Proportion of PBSs area
四川北路公园	2	0.33	0.28	84.85
		1.07	0.89	83.18
曲阳公园	1	1.59	1.58	99.37
曹杨公园	1	1.09	0.88	80.73
祥和公园	1	0.94	0.94	100
真如公园	1	3.17	3.00	94.64
甘泉公园	1	0.85	0.77	90.59
长寿公园	1	2.60	2.41	92.69
蓬莱公园	3	1.44	1.31	90.97
		0.91	0.77	84.62
		1.36	1.11	81.62
古城公园	1	0.99	0.94	94.95
太平桥公园	1	1.64	1.53	93.29
淮海公园	1	1.01	0.82	81.19
南园滨江公园	1	1.48	1.21	81.76
不夜城公园	1	1.02	1.02	100
彭浦公园	1	2.00	1.61	80.50
静安公园	1	0.62	0.59	95.16
天山公园	1	3.55	3.14	88.45
虹桥公园	1	0.66	0.62	93.94
江浦公园	2	1.87	1.86	99.47
		1.64	1.61	98.17
民兴公园	1	0.87	0.85	97.70
复兴岛公园	2	1.33	1.27	95.49
		1.66	1.49	89.76
襄阳公园	1	1.46	1.17	80.14
漕溪公园	1	1.56	1.52	97.44
泾南公园	1	1.62	1.30	80.25
		0.61	0.53	86.89
豆香园公园	1	1.94	1.56	80.41
济阳公园	1	0.73	0.71	97.26
长青公园	1	1.21	1.141	94.21
26 个样本公园 (均值)	1.15	1.40	1.26	90.30

的标准距离，短边 (SDE-Y) 代表服务半径，长边 (SDE-X) 代表方向。本研究中，使用公园游客居住地标准偏差椭圆 (1-SDE) 范围内

的几何面积来定义公园服务范围。
结果表明，社区公园平均服务半径与游客的平均年龄呈负相关：对照组 (<65 岁，

4.89 km)>所有游客 (4.09 km)>第一组 (65 ~ 70 岁，2.95 km) >第二组 (70 ~ 75 岁，2.51 km) >第三组 (≥75 岁，2.11 km)。图5显示了老年人对样本公园的使用情况，由于三个年龄组中老年人分布范围差异有限，研究通过老年游客数量衡量社区公园可达性差异。

表5为三个年龄组 and 对照组 (<65 岁) 样本公园平均游客数。各年龄组游客平均数及占平均游客总数比例依次为：所有游客>对照组>第一组 (65 ~ 70 岁，156 528 人，20.35%) >第二组 (70 ~ 75 岁，91 352 人，11.88%) >第三组 (≥75 岁，30 382 人，3.95%)。结果表明，社区公园的游客数量与游客平均年龄呈负相关。

2.2 不同年龄组老年人社区公园访问差异及影响因素

研究基于多变量多元线性回归模型 (MMLR) 来解释不同年龄组老年人访问社区公园的差异及影响因素。表6为优化模型 (6) 结果。模型在 0.01 水平显著， R^2 都在 0.3 以上。从 DW (≈2) 和 VIF (<5) 的验证结果可以看出，11 个指标之间不存在多重共线性。为衡量公园游客访问社区公园的多样性，研究分析了各变量对公园游客与人口密度之比 ($RPIV_o$) 和本地游客比率 ($RPIV_d$) 的影响。

总体而言，旅行距离 (DIS_{od}) 对公园游客人数 ($RPIV_o$) 的负面影响最大，对第三组负面影响最为显著。因此，出行距离是影响老年人进入社区公园的主要负面因素，而且年龄越大，出行距离的负面影响越明显。同时，对 ≥70 岁的本地游客比率 ($RPIV_d$) 也有负面影响。值得注意的是，老年人口密度对公园游客数量有显著的正面影响。老龄人口密度越高，访问社区公园的人数就越多，而 65 ~ 70 岁的老年人访问社区公园的人数则越少。

此外，房价 (HP_o) 对几乎所有社区公园

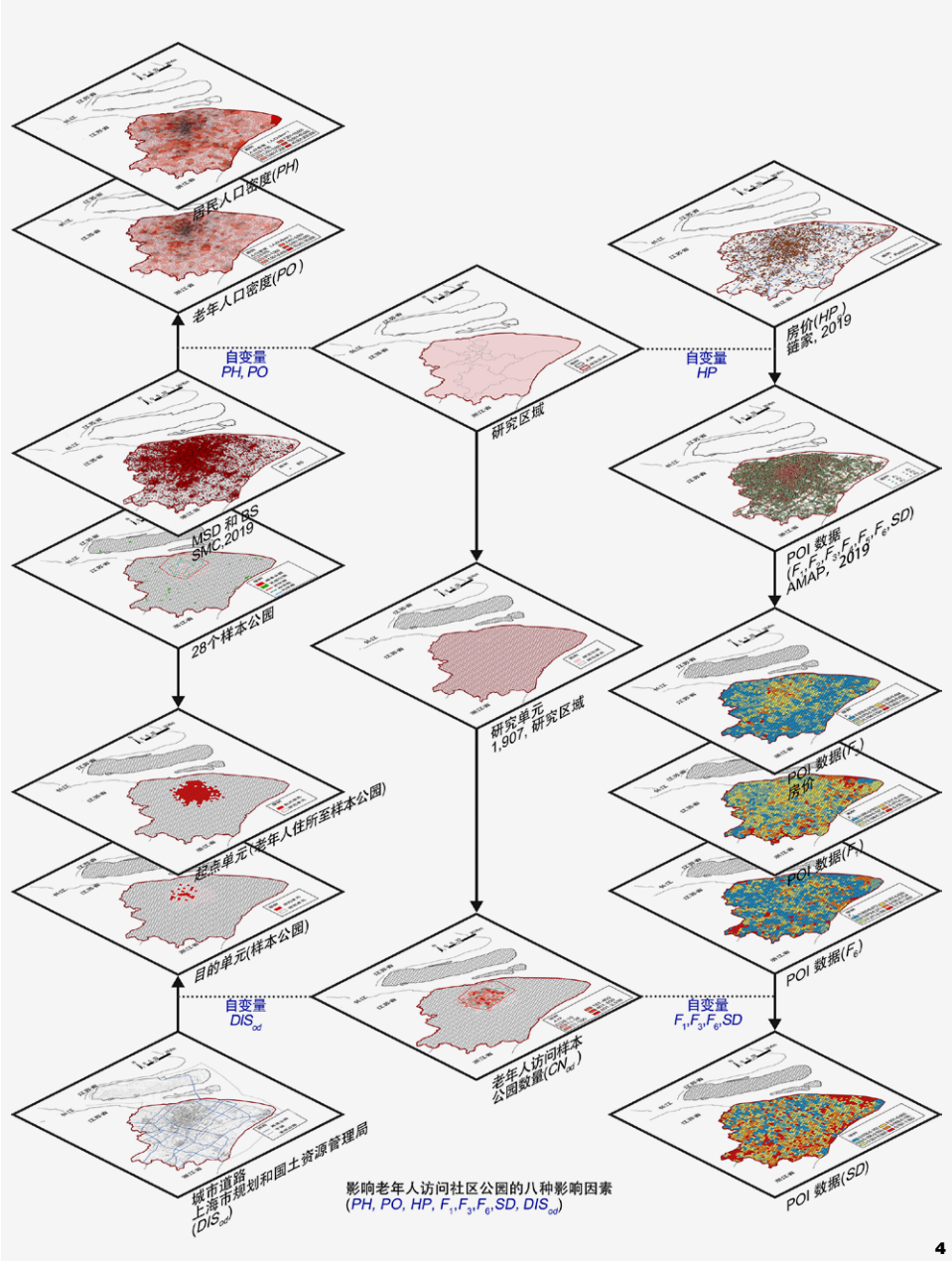


图4 研究框架
Fig. 4 Methodological flow diagram

游客都有积极影响，尤其是对非本地游客和 >70 岁的本地游客。游客居住地 (F_{01}) 的交通可达性对社区公园游客总数和老年人有显著正向影响，而终点单元 (F_{01}) 的交通可达性对所有老年游客，尤其是 $65 \sim 75$ 岁的老年人

都有显著的正向影响。另一方面，起点单元的公共服务 (F_{01}) 对公园游客数量 ($RPIV_d$) 和本地游客比率 ($RPIV_d$) 有负面影响。此外，社区公园单元 (F_{06}) 内的绿地设施对当地游客进入社区公园的影响与游客居住场所 (F_{06})

内的绿地设施存在显著差异。而本地游客比率 ($RPIV_d$) 主要受到终点单元设施多样性 (SD_d) 的负面影响。

3 讨论

3.1 公园服务范围、游客数量及社区公园游客的年龄特征

研究发现老年游客占社区公园游客总人数比例高于该区老年人口占总人口的比例，相差约1.56倍。这证实了之前的研究结论，即老年人是中国城市公园的主要人群^[29]。此外，研究确定了所有游客 (4.09 km)、老年游客 (2.50 km) 和其他游客 (4.89 km) 到社区公园出行距离平均值。虽然所有游客的社区公园服务范围与先前对北京和上海的研究一致^[18]，但研究发现，随着游客年龄的增加，社区公园服务范围明显缩小。对老年人而言，社区公园服务范围大约缩小了30%~50%。回顾南京^[30]、北京^[31]和广州^[32]等城市的研究，发现以上大城市老年人平均旅行距离大约为2~4 km。与以往研究发现一致，本研究显示出出行距离对老年人的影响比其他年龄段居民更显著。

尽管社区公园游客数量和老年游客数量间存在差异，但按行政区排序时，这两组数值在大多数地区顺序相同（除虹口区和杨浦区）。因此，老年人访问社区公园的数量与公园所在行政区间无明显相关性。基于社交媒体数据的研究显示虹口和长宁区样本公园访问频率最高^[33]。然而，本研究发现居民和老年居民访问频率最高的社区公园集中在静安区和徐汇区，这主要与社交媒体和手机用户年龄范围以及样本公园不同有关。

最后，研究发现老年人访问社区公园强度与公园是否靠近中心城区无明显的正相关性，即越靠近市中心，社区公园老年人访问

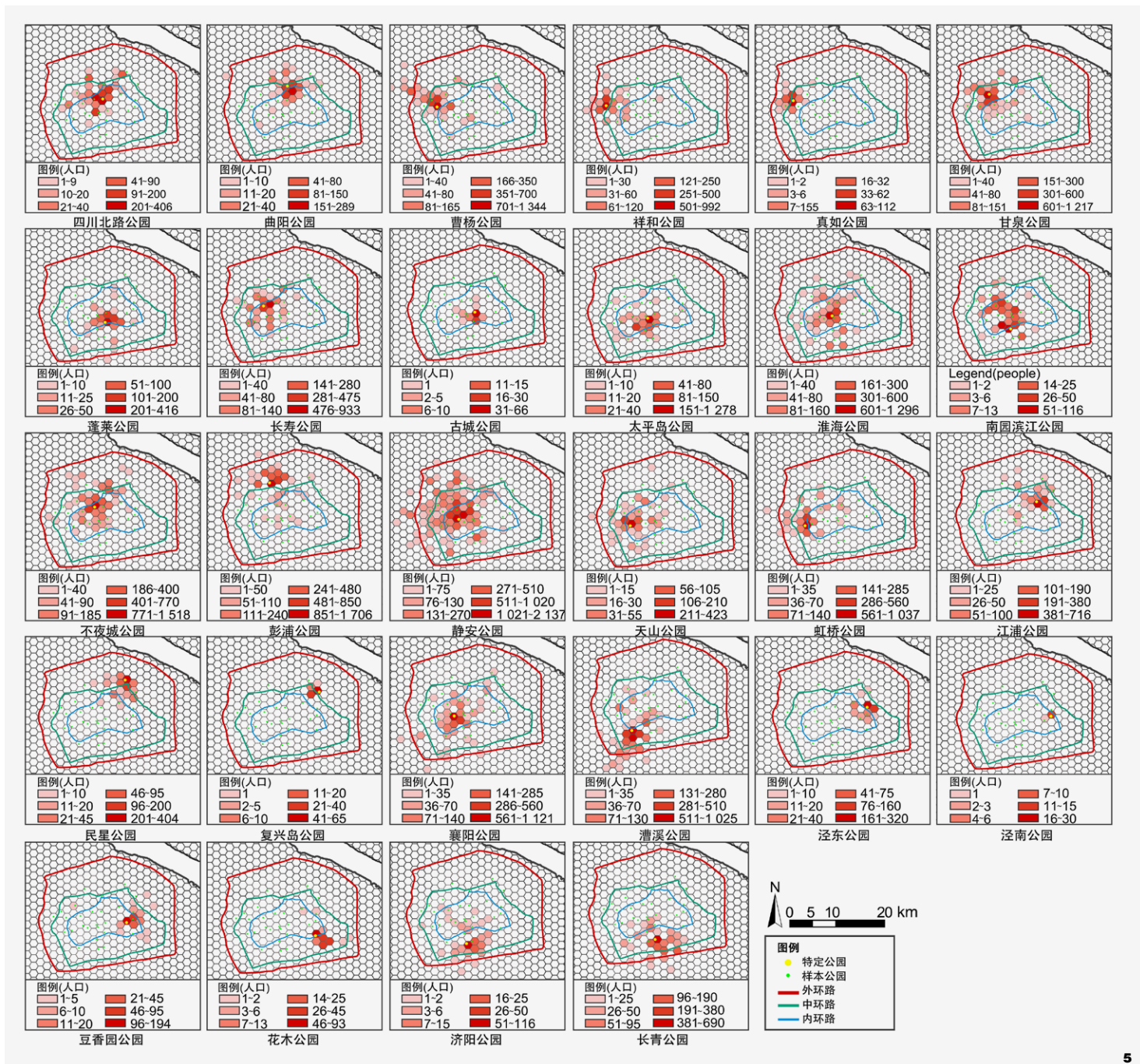


图5 老年人在不同社区公园的分布情况
Fig. 5 The distribution of older adults to different community parks

量无明显增加。与既往研究一致，上海市内环线以内城市绿地密度较高，居民访问各类公园更为便捷，因此社区公园平均绿地服务

范围和公园游客数量维持在平均水平，无显著提高^[22]。使用MMLR进一步证实了空间和非空间指标对老年人访问社区公园的影响。

3.2 影响老年人访问社区公园的主要因素

多元多重线性回归模型结果显示，外部指标如出行距离、游客居住区的房价、老

表5 样本公园三个组别平均游客量
Tab. 5 The average visitor amount of three groups in sample parks

公园名称 Name of parks	均值 Average				
	所有游客均值 (人/hm ²) Average of all visitors	对照组均值: <65 岁 (人/hm ²) Mean of control group: under 65 years old	第一组均值: 65 ~ 70 岁 (人/hm ²) Mean of group 1: aged 65~70 years	第二组均值: 70 ~ 75 岁 (人/hm ²) Mean of group 2: aged 70~75 years	第三组均值: ≥ 75 岁 (人/hm ²) Mean of group 3: 75 years and older
四川北路公园	16 023	10 294	3 093	2 003	633
曲阳公园	11 042	6 741	2 218	1 663	420
曹杨公园	37 677	20 431	10 136	5 660	1 450
祥和公园	23 132	12 322	7 697	2 348	766
真如公园	7 039	5 276	1 060	529	174
甘泉公园	34 066	25 410	3 890	3 355	1 411
长寿公园	49 499	34 033	8 077	4 957	2 432
蓬莱公园	25 063	16 834	4 114	3 027	1 088
古城公园	3 540	2 241	714	423	162
太平桥公园	7 820	4 788	1 661	1 039	331
淮海公园	43 114	24 214	10 235	7 033	1 632
南园滨江公园	4 167	2 383	938	684	162
不夜城公园	68 445	45 672	12 959	6 980	2 834
彭浦公园	58 179	36 980	12 524	6 292	2 382
静安公园	77 525	46 765	16 353	11 140	3 267
天山公园	28 268	17 891	5 634	3 563	1 181
虹桥公园	43 918	26 994	9 398	5 437	2 090
江浦公园	30 183	21 345	5 835	2 088	915
民兴公园	15 011	8 925	2 170	1 744	471
复兴岛公园	366	218	54	29	11
襄阳公园	52 961	34 049	10 401	6 452	2 059
漕溪公园	60 482	38 777	11 930	7 380	2 397
泾南公园	42	33	6	2	1
豆香园公园	9 809	6 340	2 107	1 066	296
济阳公园	32 315	21 072	6 827	3 460	955
长青公园	29 572	19 214	6 497	2 998	862
26 个样本公园 (均值)	29 502	18 809	6 012	3 513	1 168

年人口密度等，显著影响了公园游客数量。而居住区房价、当地绿地面积和城市功能设施的混合程度等指标显著影响当地游客的比例。

首先，研究发现出行距离是影响游客休闲活动的显著负向指标，尤其对老年人

而言^[31]。先前的研究证实，该结果与老年人出行行为相关，老年人的步行或驾驶行为更易受心理社会、身体^[31]、环境^[30]、社会经济属性^[21]等影响。部分关于不同年龄组老年人出行方式的研究显示，≥60岁的老年人的平均出行距离比18 ~ 59岁的游客减少了50%^[31]，

≥65岁的老年人访问社区公园的出行距离减少了30% ~ 50%。这表明65岁以上老年人在访问社区公园时对距离容忍度较高。

其次，社区公园所在地的老年人口密度与所有老年游客（本地和非本地）数量呈负相关，这可能与公园周边老年人比例较高有关^[31]。一些研究建议，有限的社会包容性使老年人对访问城市公园缺乏信心，从而限制了他们整体活动的范围^[29]。此外，≥80岁的老年人往往身体更受限，进一步限制了他们访问社区公园的次数和时长^[32]。

此外，房价对75岁以上老年人访问社区公园的正向影响最大。房价较高地区通常交通可达性^[34]、人均收入水平^[35]、支持性社会关系以及汽车拥有率^[31]更高，提供了更好的老年人出行支持环境。本研究结果表明，老年游客居住地及公园周边的交通设施密度都对老年人访问社区公园有显著正向影响，但影响强度存在年龄差异。第一组的老年人受公园周围交通可达性的影响较小。

值得注意的是，社区城市功能设施混合度越高，本地老年居民访问当地社区公园的意愿越低，尽管这一指标对公园游客数量的影响表现为弱正面影响。因为中心城区城市功能设施混合度普遍较高，该指标对公园游客数量的影响较小。

4 结论与展望

研究基于多源大数据揭示了老年人访问社区公园的差异，并探讨了老年人年龄差异影响。此外，研究特别考虑了老年人口密度，提出了一个结合空间和非空间指标的MMLR分析框架，以准确评估老年人社区公园使用情况。研究从以下三方面总结了老年人友好型社区公园规划及管理策略：

- (1) 应考虑社区中老年人口比例，并根

表6 多变量多元线性回归结果分析
Tab. 6 The regression result of multivariate multiple linear regression analysis

变量 Variables	标准化系数 Beta								VIF
	所有游客		组 1		组 2		组 3		
	RPV_o	RPV_d	RPV_o	RPV_d	RPV_o	RPV_d	RPV_o	RPV_d	
Intercept	-0.008	-0.015	-0.003	-0.007	0.002	-0.003	-0.004	-0.005	—
DIS_{od}	-0.119***	-0.056***	-0.127***	-0.007***	-0.137 ***	-0.088 ***	-0.163 ***	-0.132 ***	1.062
HP_o	0.105*	0.008*	0.094	0.095*	0.115*	0.109*	0.196*	0.182*	1.583
PO_o	0.133**	0.038**	-0.123**	-0.148***	-0.057*	0.048*	-0.011*	0.072*	1.760
F_{ol}	0.088*	0.021*	0.125*	0.025	0.124	0.019	0.026	0.084	3.603
F_{od}	-0.043	0.080	-0.163	-0.037	-0.124	-0.093	-0.245	-0.138	1.116
F_{ob}	-0.008	0.167	-0.077	0.092	-0.138	0.096	-0.096	0.137	1.443
SD_o	0.046**	0.081	0.078	0.014	0.063	-0.194	-0.114	0.023	1.891
F_{dl}	0.020	0.211	0.046	0.400	0.025	0.134	0.080	0.346	3.526
F_{d4}	0.020	0.215	0.027	-0.084	-0.017	-0.015	0.088	0.200	1.104
F_{d6}	-0.113*	-0.112*	0.104*	-0.465***	-0.055**	-0.199**	-0.026	-0.115	1.544
SD_d	0.017	-0.376	0.027	-0.249	0.018	-0.175	0.021	-0.218	4.195
DW	1.931		1.946		2.040		2.027		—
R^2	0.838		0.748		0.531		0.401		—
Adj. R^2	0.688		0.568		0.418		0.340		—
P -value	<0.001								

注：显著性水平，*代表 $p<0.1$ ；**代表 $p<0.01$ ；***代表 $p<0.001$ 。

据不同年龄段老年人的比例调整社区公园的服务范围。在 > 65 岁居民比例较高的地区，社区公园的实际服务范围可减少 30% ~ 50%；在 ≥ 75 岁居民比例较高的地区，服务范围应进一步减少约 10%。

(2) 尽管人口密度总体上鼓励了上海市中心老年人对社区公园的访问，政府管理者和规划者应特别关注老年人口的比例。未来，市中心地区人口的快速老龄化可能会抵消人口增长对老年人访问社区公园的促进作用。因此，规划应优先考虑老龄化人口的需求，以维护和提升老年人对公园的可达性。

(3) 规划者应考虑平均房价，在一定程度上反映了居民的收入水平。在房价较低的地区改善交通可达性^[21]和社区养老措施，将鼓励老年人，特别是 ≥ 75 岁的老年人访问社

区公园。这种方法符合以往的研究和政府政策，强调公平获取社区设施的重要性。

此外，本研究存在以下局限性。首先，仅使用上海移动通信有限公司提供的移动通信数据，而不是所有手机用户的数据。第二，由于数据的局限性，研究无法直接获得街区规模上的人口年龄构成。因此，仅分析了行政区层面的人口年龄构成与公园访问差异之间的关系。另外，由于老年人的手机使用率较年轻人低，使用手机和不使用手机的老年人群体间也许存在人口特征差异，故可能会导致一定的抽样误差。最后，研究没有区分社区公园内访问活动的时间。在未来，根据年龄组分析游客活动的时间和持续时间可能会帮助研究提出更详细的规划建议。

注：文中图表均由作者绘制。

参考文献

[1] 世界卫生组织. 全球老年人友好型城市指南[EB/OL]. (2007-10-05)[2024-05-10]. https://www.who.int/ageing/age_friendly_cities_guide/en/

[2] 中华人民共和国国务院. 国家新型城镇化规划(2014-2020年)[M]. 北京: 人民出版社, 2014: 1-6.

[3] 上海市统计局. 上海统计年鉴2019[M]. 上海: 中国统计出版社, 2019: 3-15.

[4] STEELS S. Key Characteristics of Age-friendly Cities and Communities: A Review[J]. Cities, 2015, 47: 45-52.

[5] 国家统计局. 中国统计年鉴2019[M]. 北京: 中国统计出版社, 2019: 11-28.

[6] United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Population Prospects: the 2019 Revision, Key Findings and Advance Table[J]. Working Paper, 2019, 33.

[7] TURNER A. Population Ageing: What Should We Worry About?[J]. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 2009, 364(1532): 3009-3021.

[8] ARTMANN M, CHEN X, IOJä C, et al. The Role

- of Urban Green Spaces in Care Facilities for Elderly People Across European Cities[J]. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2017, 27: 203-213.
- [9] WU Y T, PRINA A M, BRAYNE C. Age-friendly Cities and Environments: An Investigation of the Living Environment of Older People in England Based on the MRC Cognitive Function and Ageing Study II[J]. *The Lancet*, 2014, 384: S89.
- [10] 骆天庆, 唐家富, 刘悦来. 特大城市公园出行可持续性调研——上海实例研究[J]. *中国园林*, 2011, 27(7): 87-91.
- [11] YU W, SUN B, HU H. Sustainable Development Research on the Spatial Differences in the Elderly Suitability of Shanghai Urban Parks[J]. *Sustainability*, 2019, 11(22): 6521.
- [12] YUNG E H K, CONEJOS S, CHAN E H W. Public Open Spaces Planning for the Elderly: The Case of Dense Urban Renewal Districts in Hong Kong[J]. *Land Use Policy*, 2016, 59: 1-11.
- [13] BROCKMANN D, HUFNAGEL L, GEISEL T. The Scaling Laws of Human Travel[J]. *Nature*, 2006, 439(7075): 462-465.
- [14] WEN C, ALBERT C, VON HAAREN C. The Elderly in Green Spaces: Exploring Requirements and Preferences Concerning Nature-based Recreation[J]. *Sustainable Cities and Society*, 2018, 38: 582-593.
- [15] Natural England. Nature Nearby: Accessible Natural Greenspace Guidance[EB/OL]. (2010-05-30)[2024-05-10]. <https://www.gov.uk/government/organisations/natural-england>
- [16] GU X, TAO S, DAI B. Spatial Accessibility of Country Parks in Shanghai, China[J]. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2017, 27: 373-382.
- [17] TU X, HUANG G, WU J. Contrary to Common Observations in the West, Urban Park Access is only Weakly Related to Neighborhood Socioeconomic Conditions in Beijing, China[J]. *Sustainability*, 2018, 10(4): 1115.
- [18] GUO S, YANG G, PEI T, et al. Analysis of Factors Affecting Urban Park Service Area in Beijing: Perspectives from Multi-source Geographic Data[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2019, 181: 103-117.
- [19] CHENG L, DE VOS J, SHI K, et al. Do Residential Location Effects on Travel Behavior Differ Between the Elderly and Younger Adults?[J]. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2019, 73: 367-380.
- [20] SANG A O, SANG N, HEDBLÖM M, et al. Are Path Choices of People Moving through Urban Green Spaces Explained by Gender and Age? Implications for Planning and Management[J]. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2020, 49: 126628.
- [21] WU C, YE X, DU Q, et al. Spatial Effects of Accessibility to Parks on Housing Prices in Shenzhen, China[J]. *Habitat International*, 2017, 63: 45-54.
- [22] LIU Y, FANG F, JING Y. How Urban Land Use Influences Commuting Flows in Wuhan, Central China: A Mobile Phone Signaling Data Perspective[J]. *Sustainable Cities and Society*, 2020, 53: 101914.
- [23] 上海市规划和国土资源管理局. 15分钟社区生活圈规划导则[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2016: 3-27.
- [24] 上海市规划和国土资源管理局. 上海市城市总体规划2017-2035[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2017: 3-55.
- [25] 上海市规划和国土资源管理局. 2018年新纳入城市公园名录名单[EB/OL]. (2019-1-14)[2024-05-10]. <http://lhsh.sh.gov.cn/lhgl/20190116/0039-BDB16AA1-9111-4006-9F9D-9C49B2B076BF.html>
- [26] DUAN J, TIAN G, YANG L, et al. Addressing the Macroeconomic and Hedonic Determinants of Housing Prices in Beijing Metropolitan Area, China[J]. *Habitat International*, 2021, 113: 102374.
- [27] ZHANG X, DU S, WANG Q. Hierarchical Semantic Cognition for Urban Functional Zones with VHR Satellite Images and POI Data[J]. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2017, 132: 170-184.
- [28] LEFEVER D W. Measuring Geographic Concentration by Means of the Standard Deviation Ellipse[J]. *American Journal of Sociology*, 1926, 32(1): 88-94.
- [29] 冯建喜, 杨振山. 南京市城市老年人出行行为的影响因素[J]. *地理科学进展*, 2015, 34(12): 1598-1608.
- [30] 柯嘉, 金云峰. 适宜老年人需求的社区公园规划设计研究——以上海为例[J]. *广东园林*, 2017, 39(5): 62-66.
- [31] LIU W, LU H, SUN Z, et al. Elderly's Travel Patterns and Trends: The Empirical Analysis of Beijing[J]. *Sustainability*, 2017, 9(6): 981.
- [32] 袁骏宇, 宋程. 基于出行活动特征的老年活动中心选址研究[J]. *管理科学与工程*, 2019, 8: 313.
- [33] CHENG L, CASET F, DE VOS J, et al. Investigating Walking Accessibility to Recreational Amenities for Elderly People in Nanjing, China[J]. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2019, 76: 85-99.
- [34] LI H, WEI Y D, WU Y, et al. Analyzing Housing Prices in Shanghai with Open Data: Amenity, Accessibility and Urban Structure[J]. *Cities*, 2019, 91: 165-179.
- [35] WÜSTEMANN H, KALISCH D, KOLBE J. Access to Urban Green Space and Environmental Inequalities in Germany[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2017, 164: 124-131.