

基于居民时空行为的社区日常活动 空间测度及活力影响因素研究 ——以南京市沙洲、南苑街道为例

邹思聪^{1,2}, 张姗姗^{1,2*}, 甄峰^{1,2}

(1. 南京大学建筑与城市规划学院, 南京 210093;

2. 江苏省智慧城市设计仿真与可视化技术工程实验室, 南京 210093)

摘要:新时期人本导向的社区生活圈规划转型关注居民的日常活动对社区空间的利用情况,从而反映出居民对社区公共服务设施的使用需求。但目前研究较少关注不同类型居民的差异化时空行为特征,不能有效应对社区居民的差异化需求。论文结合行为地理学的理论,利用手机信令数据,基于居民出行活动的频率和密度测度其核心活动空间和弹性活动空间,分析不同类型人群日常活动特征。以南京市沙洲和南苑街道为例,划定不同社区中,青少年、青年、中年和老年群体的日常活动空间,并从日常活动范围和活力的视角分析居民对社区空间利用的基本特征及群体间差异。研究表明,居民的日常活动空间表现出层次性、共享性和方向性,且不同年龄群体的日常活动空间存在显著差异;进一步利用相关性检验分析不同群体社区活力的影响因素,提出考虑不同群体活动空间和设施需求的公共服务设施差异化供给策略。研究有助于完善基于居民时空行为测度社区日常活动空间的方法,丰富对社区居民差异化行为需求的认知。实证研究的结论对基于居民差异化空间和设施需求的社区公共服务设施配置具有一定指导意义。

关键词:差异化时空行为;日常活动空间;手机信令;社区规划;南京

随着经济社会的快速发展,中国家庭居民的消费水平不断提高,生活方式不断变革,居民对城市生活空间产生了更高层次的需求,且呈现出多元化特征^[1-2]。十八大以来,中国提出了新型城镇化的新时期工作要求。新型城镇化要求以人的城镇化为核心,由过去偏重城市物质形态的扩张转变为强调内涵质量的提升;由标准化均匀分配的思想转而强调城镇对人民日益增长的美好生活需要的满足^[3]。社区作为城市生活中人们进行日常活动的基本空

间载体,是城市规划关注的基本单元^[4]。传统的社区生活空间规划主要采用标准化的居住区规划,从供给的角度对各项生活设施进行配置,“千人指标”“服务半径”等规划手段被广泛使用。这种方式忽视了人的需求差异,导致当前社区日常生活空间的错配现象严重,公共服务设施空间分布不均、弱势群体使用不便等问题突出。因此,在新型城镇化时期,社区规划亟需从人本导向出发对社区日常生活空间进行重塑。在住建部最新颁布的《城市居住区

收稿日期:2020-11-11;修订日期:2021-02-17。

基金项目:国家社会科学基金重点项目(20AZD040);中国博士后科学基金面上项目(2019M651784);中央高校基本科研业务费专项基金;国家自然科学基金青年项目(52008201)。[**Foundations:** Key Program of the National Social Science Foundation of China, No. 20AZD040; General Program of China Postdoctoral Science Foundation, No. 2019M651784; Special Fund for Fundamental Scientific Research Operation Fees of Central Universities; National Natural Science Foundation of China, No. 52008201.]

第一作者简介:邹思聪(1997—),女,宁夏银川人,本科生,主要从事智慧规划研究。E-mail: 1069547231@qq.com

***通信作者简介:**张姗姗(1989—),女,安徽六安人,副研究员,主要从事智慧规划、大数据与城市规划研究。

E-mail: zhangshanqi@nju.edu.cn

引用格式:邹思聪, 张姗姗, 甄峰. 基于居民时空行为的社区日常活动空间测度及活力影响因素研究: 以南京市沙洲、南苑街道为例 [J]. 地理科学进展, 2021, 40(4): 580-596. [Zou Sicong, Zhang Shanqi, Zhen Feng. Measurement of community daily activity space and influencing factors of vitality based on residents' spatiotemporal behavior: Taking Shazhou and Nanyuan streets in Nanjing as examples. Progress in Geography, 2021, 40(4): 580-596.] DOI: 10.18306/dlkxjz.2021.04.004

规划设计标准(2018)》中,提出将社区生活圈引入居住区规划,打造方便快捷的5、10、15 min 社区生活圈,居民在社区的日常活动需求成为社区生活圈规划关注的重点,规划旨在实现居民日常生活需求和设施空间供给的精准化配置^[5-6]。

居民的日常活动及其对社区空间的利用情况可反映出居民对社区公共服务设施的使用需求,因此,识别居民的日常活动空间是人本导向的社区生活圈规划需要关注的重点。在国内的相关研究中,居民的“日常活动空间”被视为在居住地附近开展教育培训、医疗服务、购物餐饮、文体休闲等日常活动的空间单元^[7]。相关研究进一步根据日常活动的出行距离、需求频率、活动类型、交通方式等特征划定生活空间的等级结构。社区层面的日常活动以满足居民基础生活需要的活动为主,一般包含核心活动空间和弹性活动空间2个层级。其中,核心活动空间是居民进行就餐、买菜、锻炼身体等日常高频、短时的规律性活动的主要场所;弹性活动空间是居民进行购物、休闲等低频、长距离的节律性活动的主要场所。柴彦威等^[8]通过总结城市居民的时空行为特征,按照出行活动的类型和频率构建城市生活空间理论系统,认为居民的生活空间在社区层面由社区生活圈和基本生活圈构成;孙德芳等^[9]基于居民的出行意愿和交通成本构建的县域空间系统,将社区层面的居民生活空间划分为初级生活圈和基础生活圈2个层级。

在社区日常活动空间的测度方面,基于路网特征、交通情况等计算步行可达性的方法被广泛采用,如贺建雄^[10]利用高德地图抓取交通等时圈的方式,识别西安市居民的日常生活空间。然而,此种划定方法并未真实反映居民的日常行为,难以精准地描述居民对社区空间的利用特征,对居民的空间需求反映有限。随着行为地理学的发展,居民出行范围被认为是日常活动空间的合理映射^[11],基于居民的时空行为测度空间利用情况的思路受到关注。一些研究尝试利用居民出行调查、GPS 轨迹、出行日志等数据分析居民日常出行活动的时空规律,刻画其日常活动特征。常见的方法包括空间聚类法、多边形法、密度插值法、标准置信椭圆法等^[12-14]。如季珏等^[11]通过观察北京市海淀区永泰居住区100位居民的日常活动路径,对样本点分布空间采用k-means 聚类分析的方法,划分居民的日常生活空间。索超^[4]采用公共自行车刷卡数据,通过

构建公共自行车站点之间的吸引力矩阵,运用位置分配模型配置生活圈中心,随后创建泰森多边形,划定宜兴市基于公共自行车出行的社区生活圈范围。申悦等^[15]基于GPS 活动数据和出行调查数据,采用置信度为95%的标准置信椭圆,对北京市郊区居民的日常活动空间进行测度。相比可达性方法,基于出行调查、GPS 轨迹等个人大数据识别日常活动空间的方法从居民的日常行为出发,有利于更深入地分析居民的差异化需求^[16],挖掘居民活动空间的影响机制,从而在社区规划时实现因地制宜、精准配置。但这些数据采集难度大、获取成本高,在规划实践中往往需要复杂的前期调查工作^[17]。近年来,由于手机设备的高持有率,手机信令数据在大数据研究中广泛应用,体现出覆盖范围广、时效性高、获取便捷等优势^[18-19],探索基于手机信令数据的日常活动空间测度方法能够精准快速地获取特定地区、特定人群的活动空间^[20-21],有效降低规划实践的门槛。当前已有研究开始探索基于手机信令数据的日常活动空间测度方法,如王德等^[22]利用手机信令数据,以上海市为例,选取253个大规模住宅区作为分析样本,采用核密度法计算居民生活圈的范围并分析现状特征。

同时,随着人本化社区规划理念的成熟,社区公共服务设施的配置理念和配置方式也随之改变,更加注重将人的需求作为价值导向,充分考虑不同地区、不同类型居民的差异化需求,实现精准配置^[23-24]。目前,已有研究分析了居民对社区公共服务设施的差异化需求,如郑彩云^[25]通过对武昌区居民进行问卷调查,发现商务人士、高校科研人员等高层次人才更关注高端文体、医疗等设施;企业上班族、外来务工人员等更关注幼儿园、小学、生鲜市场等基本生活设施的配置。刘倩^[26]以西安市雁塔区为研究对象,基于问卷调查数据,分析居民日常行为特征与需求偏好,发现青少年对文化场所、运动场馆、餐饮设施的需求高,中年人对教育设施的需求高,老年人对金融邮电设施需求高。然而,面对居民的差异化设施需求,当前研究对不同类型居民由于出行习惯不同导致的日常活动空间差异考虑不足,在设施的供给层面缺乏有效应对,难以在合适的空间区位匹配不同居民的需求。因此,基于出行活动分析不同类型居民日常活动的空间特征差异,进而在合理的空间范围内匹配居民的差异化设施需求,对实现公共服务设施的精准化配置、提

高社区服务质量与活力具有重要意义。

本文结合行为地理学的理论,提出利用手机信令数据,基于居民出行活动的范围和频率测度其核心活动空间和弹性活动空间,进而分析不同类型人群日常活动特征的方法。以南京市沙洲和南苑街道为例,划定不同社区中,青少年、青年、中年和老年群体的日常活动空间,并从日常活动范围和活力的视角分析居民对社区空间利用的基本特征及群体间差异,进一步利用相关性检验分析不同群体社区活力的影响因素,提出考虑不同群体活动空间和设施需求的公共服务设施差异化供给策略。本文研究有助于完善基于居民时空行为测度社区日常活动空间的方法,丰富对社区居民差异化行为需求的认知;实证研究的结论对基于居民差异化空间和设施需求的社区公共服务设施配置具有一定指导意义。

1 研究设计

1.1 研究范围

本文以南京市建邺区的沙洲街道和南苑街道为例(图1),开展实证研究。2处街道位于建邺区的东部,是建邺区的文化、经济中心,总面积1950 hm²,下辖23个社区。两处街道南北跨度较大,由北至南居住形态存在较大差异。北侧南苑街道靠近传统的市中心,开发建设年代较早,因此居住社区以老旧商品房社区(如话园、吉庆、兴达社区等)为主,社区周边配有较为丰富的菜场、超市、健身器材、棋牌室等普通性公共服务设施。南侧沙洲街道为近年来正在开发的地区,规划定位为城市副中心,包含河西新城中央商务区、南京新城科技园等板块,现代金融、信息服务、软件研发、旅游会展等现代服务业在此聚集。沙洲街道以高标准组织居住与就业功能建设,因此居住社区多为新开发建设的商品房社区(如中城、中奥、中胜社区等),面向在此就业的金融、科技行业人才,社区普遍绿化较好,拥有电影院、咖啡厅、健身房等休闲娱乐设施,同时周边配有奥体中心、滨江公园、江苏大剧院、南京儿童医院等大型综合公共服务设施;此外,沙洲街道南部为南京市保障房安置区,近年来建设了一批保障房社区(如清荷、莲花新城社区等),此类社区主要面向拆迁安置人员和外来务工人员,周边公共服务设施较为单一,且靠近高速公路,居住环境和

交通便捷度较差。总体来说,研究范围内社区类型多样,根据住房性质和建设年代的不同,包含老旧商品房社区、新建商品房社区和保障房社区,对于南京市存量社区现状的描述具有一定的代表性。

为增强样本间的可比性,本文将研究范围内居住社区类型相同、社区占地面积较小的几个社区进行合并,统计得到规模和人口数量接近的17个社区作为基本单元。各社区的空间区位如图1所示,用地规模和居住人口如表1所示。其中,各社区的平均面积规模为131.98 hm²,平均人口为17306人。

1.2 数据来源与初步处理

本文采用的数据包括南京市联通手机信令数据、公共服务设施POI数据、社区边界数据、社区人口数据和道路数据。

手机信令数据采用智慧足迹DaaS(dataset as a service)平台提供的南京市2019年6月份的数据,包含用户属性、驻留信息、出行信息、连接基站、上网标签等基本信息。支持查询用户年龄、位置驻留类型(0:到访,1:居住,2:就业)、出行起始点和终止点位置、月出行频次和月出行时长等相关字段。其中,驻留点数据是指早上第一个位置数据、晚上最后一个位置数据和其他时间在同一地点触发了多次信令且起止间隔超过30 min的位置数据;居住地的识别方法是判定用户一个月内21:00~8:00期间驻留时间最长的驻留点作为用户居住地;工作地则是判定用户一个月内9:00~17:00期间驻留时间最长的点作为用户工作地。

本文提取各居住地居民活动点的方法为:在平台编写SQL语句,首先提取用户的居住点,创建用户居住表,其次基于用户ID连接月驻留表与居住表,识别每一处驻留点的居住地,并按照驻留点和居住点汇总,统计各居住点内,用户前往不同驻留点的月平均频次和月平均出行时长,构建每个居住地到活动地的活动样本集。手机信令数据以汇总数据刻画了群体性的一般行为,排除了个体极端行为,有利于综合测度社区居民的日常活动空间^[27]。

本文利用手机信令数据识别出研究范围内的联通用户居住数量总计34974人,占社区总人口的12.75%,可以较好地反映沙洲和南苑街道内居住人口的时空活动特征。最终提取到各社区居民的驻留点总计939869条。

公共服务设施POI数据通过调用百度API接口爬取百度POI数据。根据《城市居住区规划设计标

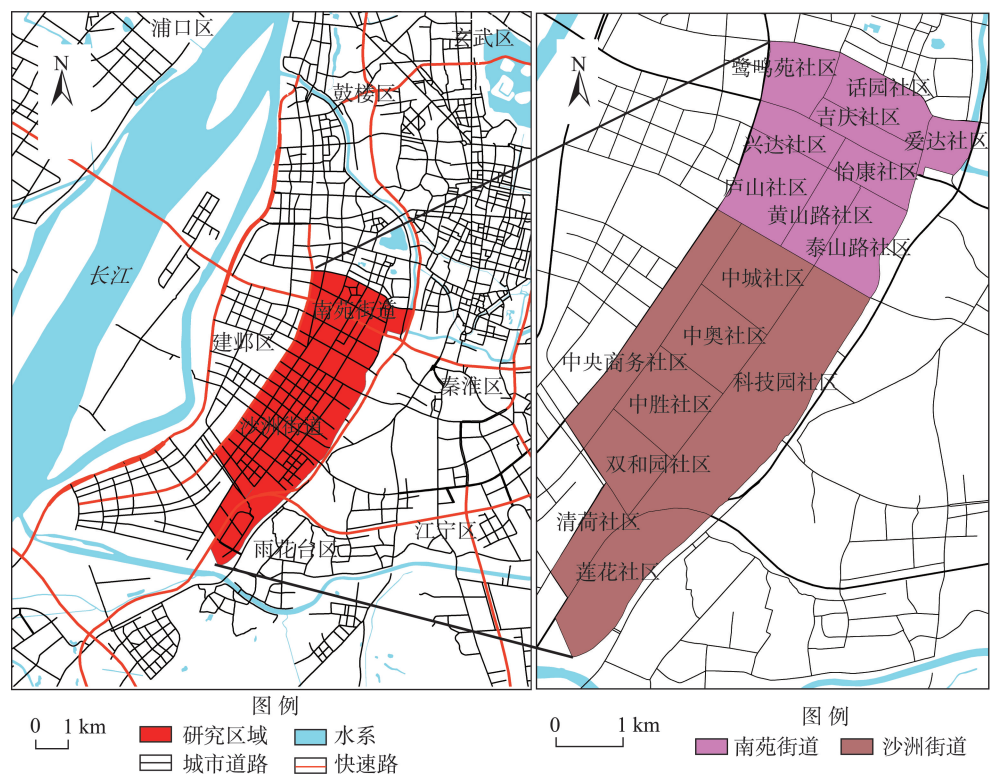


图1 沙洲、南苑街道区位及社区分布

Fig.1 Location and community distribution of Shazhou and Nanyuan streets

表1 社区面积及居住人口统计

Tab.1 Area and population statistics of the communities

南苑街道			沙洲街道		
社区名称	人口数/人	面积/hm ²	社区名称	人口数/人	面积/hm ²
鹭鸣苑社区	12525	93.4	中城社区	25500	146.4
话园社区	36966	114.5	中奥社区	20679	133.9
爱达社区	9513	56.8	中胜社区	10416	141.6
吉庆社区	12885	64.3	双和园社区	15300	104.7
兴达社区	12600	66.9	中央商务区	12507	174.5
怡康社区	20592	68.4	科技园社区	3900	450.5
黄山路社区	6087	79.6	清荷社区	27300	72.2
庐山社区	11160	154.9	莲花社区	45102	218.8
泰山路社区	11175	118.1			

准(GB50180—2018)》^[28]中对居住区配套设施的有关规定,采集与居民日常生活有关的各类设施POI数据共2766条,并重新分为商业、教育、医疗、休闲、体育、养老、文化7大类,其分类和数量如表2所示。此外,社区边界数据和人口数据通过对政府网站和房地产网站信息进行数字化获得。

1.3 研究方法

首先,基于手机信令数据构建青少年(0~18岁)、青年(19~34岁)、中年(35~60岁)、老年(60岁以

上)用户从居住地到日常活动地的样本集。在ArcGIS 10.5软件中定位居住点和驻留点网格的空间坐标,按照出行目的和空间距离筛选出居民日常活动点。一方面,选择出行目的为到访(0)的驻留点,排除居民的通勤行为;另一方面,考虑到出行距离的制约,居民在社区周边的活动范围受到出行能力的制约而存在一定边界,通常来说,居民的日常出行活动以步行为主,参考孙德芳等^[9]对居民出行意愿的调查结果,居民平均愿意花费30 min的时间来获

表2 公共服务设施分类统计

Tab.2 Statistics of public service facilities by category

类别	项目	数量/个
商业餐购	美食、购物中心、百货商场、超市、便利店、 商铺、集市	1464
教育培训	幼儿园、小学、中学	204
医疗卫生	综合医院、专科医院、诊所、药店	301
休闲娱乐	公园、休闲广场、棋牌室	228
体育运动	体育场馆、健身中心	359
养老福利	养老机构	51
文化服务	文化活动中心、文化宫、图书馆、科技馆、电 影院	159

取社区周边教育、商业、医疗等公共服务设施,按照居民步行6 km/h的平均速度,30 min可达的最大距离为3 km。因此,本文选取距离居民居住地3 km以内的活动点,构建不同年龄群体从居住地到日常活动地的样本集。

本文对比了密度插值法、空间聚类法、多边形法和标准置信椭圆法等活动空间划分的常用方法。其中,密度插值法侧重于表现活动点的空间分布特征,在用于刻画活动范围时,对于活动点的选取较为主观;空间聚类法则需要结合个体样本的空间和属性特征判断活动规律;多边形法受到基站位置与居民活动的实际位置不完全重合的影响,其通过基站位置构建的最小凸多边形与居民真实的活动边界可能存在一定偏移。相较而言,标准置信椭圆法根据活动点的分布情况和离散程度确定椭圆的重心、方向、长轴和短轴,椭圆的边界受到边缘处基站空间位置的影响相对较小,能够相对准确地描述活动空间行为的分布趋势。因此,本文选取标准置信椭圆法测度居民的日常活动空间,利用ArcGIS 10.5中的方向分布(标准差椭圆)工具划定各社区不同年龄群体的社区日常活动空间范围。该工具将活动点按照68%、95%、99%的置信度,划分为3个标准差圈层。其中,1个标准差圈层涵盖68%的活动点,圈层内活动点与中心距离短、密度高、活动频率高,能够刻画出活动点的核心分布空间;2个标准差的圈层涵盖95%的活动点,能够刻画出活动点的整体分布空间,在1个标准差和2个标准差之间,活动点的密度和频率显著降低,包含与中心距离较长、活动频率较低的活动点;3个标准差的圈层涵盖99%的活动点。相关研究中,为有效排除数据中的异常噪点,一般采用置信度68%和95%的标准差椭圆分析活动空间的整体特征。

参考已有研究对社区居民日常活动规律和活动空间圈层结构的总结,本文将居住在各社区用户的日常活动点,按照月平均出行频次进行加权,生成置信度分别为68%和95%的标准置信椭圆,将居民日常活动空间分为核心活动空间和弹性活动空间2个层级。其中,68%置信度圈层为居住地附近短距离、高频率出行的核心活动空间;95%置信度圈层可表征排除数据中由于端午节等节假日而产生的一些偶发行为等异常数据和其他噪点数据后,居民的整体活动空间。选取68%置信度圈层和95%置信度圈层之间的圈层作为社区居民的弹性活动空间,此空间内居民活动呈现出行距离较长、次数较少、出行频率较低等特点。测度居民日常活动空间的技术路线如图2所示。

基于测度的日常活动空间,进一步分析不同年龄群体对社区设施的使用情况,计算活动空间活力。时间地理学认为,时间和空间一样是一种资源,人在一定时间与空间内的存在意味着这些资源的消耗^[29]。在活动空间活力的量化分析中,驻留时间是表征活力的重要指标^[30]。同时,活动空间活力反映了居民日常活动与空间实体的相互作用,有活力的活动空间意味着有大量的人固定或持续地使用一系列社区资源^[31-32]。因此,本文基于日常活动空间内驻留点的活动时长计算活动空间活力,进而利用相关性检验,分析不同年龄群体活动空间活力的影响因子,探究社区居民的差异化设施需求。其中,不同年龄群体活动空间活力值的计算公式如下:

$$A_i = \sum_{j=1}^J T_{ij} \quad (1)$$

式中: A_i 表示第 i 类群体活动空间的活力值; j 表示活动空间内对应的活动点; J 表示社区活动空间内活动点的总个数; T_{ij} 表示 i 类人群活动空间中第 j 个活动点的月平均停驻时长。活动点月平均停驻时长的计算公式如下:

$$T = \frac{\sum_{k=1}^n t_k}{n} \quad (2)$$

式中: T 表示活动点的月平均停驻时长; k 表示在该活动点活动居民的居住地; n 表示在该活动点活动居民居住地的总个数; t_k 表示居民从第 k 个居住点到该活动点开展活动的月平均停驻时长。由于月平均停驻时长的计算以平均时长表征各个活动点

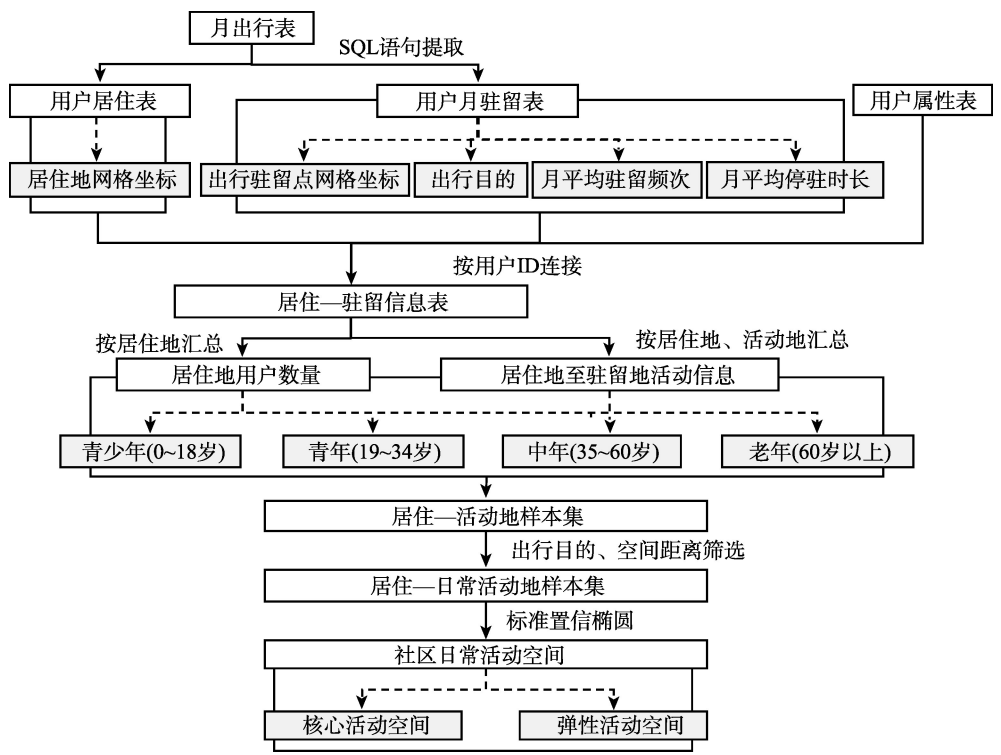


图2 日常活动空间测度技术路线

Fig.2 Technical roadmap for daily activity space measurement

的活力,且对不同年龄群体侧重于群体内活力差异的横向比较,因而受到不同社区间和不同年龄群体间样本数量的差异影响较小。

2 不同居民群体的日常活动空间特征与比较

2.1 手机用户居住特征

通过对手机信令数据的提取和汇总,得到各社区不同年龄手机用户的居住数量(表3)。青少年、青年、中年和老年用户占社区总用户数量的比例分别为2.73%、49.22%、40.48%、7.56%。根据《江苏省第六次人口普查》,建邺区青少年、青年、中年和老年人口占比分别为15.89%、30.77%、41.64%、11.71%。考虑到社区人口结构的差异,数据可基本反映青年、中年和老年群体的分布特征,对于青少年群体,受到手机普及率等因素影响,对其日常活动需求的反映可能比较有限。

2.2 日常活动空间基本特征

利用日常活动空间测度方法,获得研究范围内17个社区青少年、青年、中年和老年群体的核心活动空间和弹性活动空间(图3)。其中,由于黄山路社

区青少年群体手机信令数据识别过少,未能生成标准置信椭圆,因而未获得青少年群体的日常活动空间范围。

整体来看,核心活动空间主要集中在社区周围1000 m左右的范围,活动空间的平均面积为392 hm²。这一范围接近《城市居住区规划设计标准(2018)》^[26](以下称《标准》)采用的以1000 m服务半径作为社区提供居民生活服务所必需的各类设施的空间范围。弹性活动空间主要集中在社区周围2300 m左右的范围,活动空间的平均面积为1192 hm²。相较而言,居民在弹性活动空间活动点较多,这可能是由于随着生活水平的提高,居民在日常的基本需求之外产生了多样化的、更高层次的需求,人们愿意花费更多的交通成本和时间成本参与一些提高生活质量的规律性活动,如商业购物、文化娱乐、体育运动等。

此外,居民的日常活动空间表现出方向性。如图3所示,约70%的椭圆面向东北方向,与新街口、夫子庙等就业密集的老城中心区所在方向一致,个别社区由于社区形态呈现东西走向,日常活动空间的方向表现为东西走向,如怡康、话园社区。这可能是由于居民的日常活动空间受到通勤行为的影

表3 手机用户居住统计
Tab.3 Mobile phone user statistics by community

街道	社区	青少年(0~18岁)		青年(19~34岁)		中年(35~60岁)		老年(60岁以上)	
		人数/人	占比/%	人数/人	占比/%	人数/人	占比/%	人数/人	占比/%
南苑街道	鹭鸣苑社区	142	4.26	1581	47.46	1378	41.37	230	6.90
	话园社区	58	3.05	730	38.38	866	45.53	248	13.04
	爱达社区	109	2.34	2728	58.49	1524	32.68	303	6.50
	吉庆社区	31	1.58	745	38.07	952	48.65	229	11.70
	兴达社区	35	3.10	364	32.21	550	48.67	181	16.02
	怡康社区	36	3.47	464	44.70	487	46.92	51	4.91
	黄山路社区	2	1.18	69	40.59	86	50.59	13	7.65
	庐山社区	184	4.98	1499	40.58	1747	47.29	264	7.15
沙洲街道	泰山路社区	101	2.56	2288	57.92	1369	34.66	192	4.86
	中城社区	31	2.03	608	39.82	789	51.67	99	6.48
	中奥社区	144	3.33	2376	54.91	1577	36.45	230	5.32
	中胜社区	3	0.80	212	56.38	138	36.70	23	6.12
	双和园社区	14	3.09	274	60.49	144	31.79	21	4.64
	中央商务社区	73	2.86	1384	54.32	936	36.73	155	6.08
	科技园社区	46	2.24	1220	59.37	667	32.46	122	5.94
	清荷社区	20	3.99	324	64.67	136	27.15	21	4.19
平均值	莲花社区	21	1.55	654	48.41	526	38.93	150	11.10
	建邺区人口普查数据	67858	2.73	131400	49.22	177827	40.48	50004	7.56
			15.89	30.77	41.64	11.71			

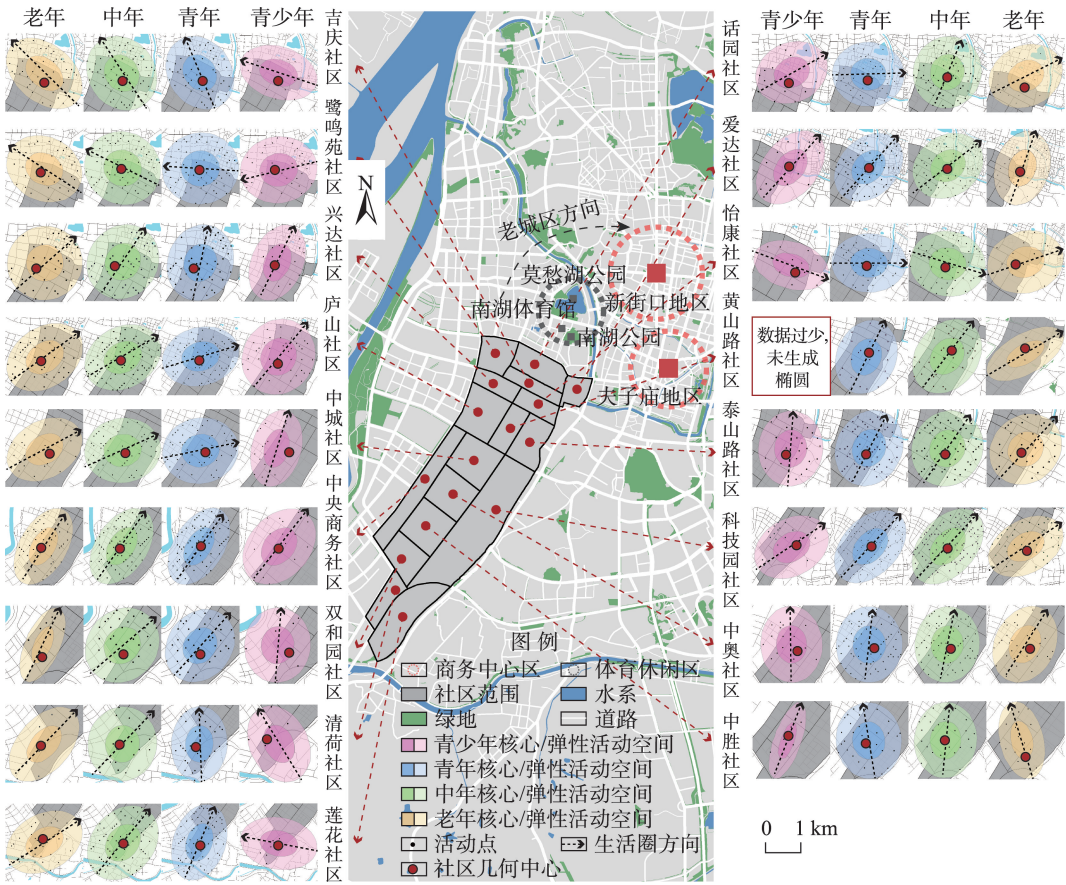


图3 社区日常活动空间测度结果
Fig.3 Results of daily activity space measurement in the communities

响。老城区有丰富的就业、就学资源,居民的日常活动空间在通勤路线的影响下,倾向于集中分布在上班、上学路线周边。

2.3 不同群体的日常活动空间比较

进一步对青少年、青年、中年和老年群体的日常活动空间进行比较,汇总得到不同年龄群体日常活动空间面积的平均值及核心活动空间与弹性活动空间面积的比值(表4)。由表4可知,各社区内青少年和老年群体的日常活动空间范围接近,整体较小;青年和中年群体的日常活动空间范围接近,整体较大。

利用SPSS软件进行方差检验,以青少年、老年群体(1)和中青年群体(2)为2个分类变量,对各群体日常活动空间的面积进行单因素方差分析,方差齐性检验的结果表明,显著性(P)=0.925>0.05,满足方差齐性,可以进行方差检验;进一步进行ANOVA单因素方差分析的结果表明,显著性(P)=0.029<0.05,说明青少年、老年群体和中青年群体之间存在显著性差异。一般而言,青少年的活动主要围绕学校和家展开,出于安全、时间等因素的考虑,活动范围受到制约;老年人则由于身体条件的限制和出行需求变化,日常活动范围也明显小于中青年群体。

3 不同群体活动空间活力差异的影响因素分析与设施供给建议

3.1 社区公共服务设施空间供给特征

基于百度POI数据,计算设施人口密度,分析各社区日常活动空间内公共服务设施的空间供给特征(表5)。其中,各类设施人口密度由日常活动空间内每万人拥有设施POI数量表示。结果表明,话园、莲花、清荷等位于研究区域边缘的社区周边设施供给整体处于较低水平,此类社区内多以保障房小区为主,居住环境较差,公共服务设施普遍缺乏。爱达、吉庆、科技园、庐山、鹭鸣苑社区周边的设施配置完整,数量较多,但存在可能建设时间较

长、设施服务质量较低、空置现象较为普遍的问题。其他社区公共服务设施的供给存在一定偏向性,即某些类型的设施配置数量较多。如黄山路社区周边幼儿园等教育设施和图书馆、展览馆等小型文化设施较为丰富;兴达、中奥、中城、中央商务社区周边则配置了较为丰富的游泳馆、跆拳道馆、健身中心等体育设施。

3.2 不同群体活动空间活力差异影响因素分析

利用活动空间活力计算公式,计算各社区青少年、青年、中年和老年群体在核心活动空间和弹性活动空间中的社区活力值(表6)。结果表明,社区活力与社区公共服务设施的供给情况不完全匹配。例如在爱达、吉庆、庐山、鹭鸣苑等公共服务设施供给密度较高的社区,居民活力值却低于中央商务、中奥、中城等设施供给略低的社区。因此,应进一步研究不同居民群体对社区公共服务设施的个性化需要,指导社区公共服务设施的差异化、精准化配置。

为探究不同年龄群体的设施需求偏好,采用Pearson相关检验法,分析活动空间活力与社区周边文化、教育、商业、医疗、休闲、体育、养老设施人口密度的相关关系(表7)。结果表明,对不同年龄的群体,在核心活动空间和弹性活动空间内影响其社区活力的公共服务设施因子存在差异,说明不同年龄的居民在社区空间利用的公共服务设施不同,即对社区公共服务设施的需求呈现差异化特征。

如表7所示,青少年核心活动空间活力与商业和体育设施密度显著正相关,这是因为青少年群体依托社区实体空间的日常性活动主要为就餐、购买零食文具等商业活动和打篮球、羽毛球等体育锻炼活动,因而对社区周边的商业设施和体育设施需求较高。如图4a~4b所示,中央商务社区、爱达社区、科技园社区、中奥社区周边有丰富的零售商业和基础体育锻炼类设施,而青少年在此类社区周边发生的日常性活动也相对较多。青少年弹性活动空间活力与教育、商业和体育设施密度显著正相关,这表明青少年由于上课、参加文体活动等需要,倾向于花费较多的交通成本前往综合教育、商业和体育服务设施。如图4c~4e所示,中城社区、鹭鸣苑社区、中央商务社区、科技园社区等近年来新建的商品房社区附近拥有较多中小学机构、大型商业综合体及综合运动场馆等设施,而青少年在此类社区附近的经常性活动也更多。

表4 日常活动空间范围统计

Tab.4 Scope of daily activity space by age group

指标	青少年	青年	中年	老年
核心活动空间面积均值/hm ²	291	363	371	306
弹性活动空间面积均值/hm ²	887	1103	1126	934
核心活动空间/弹性活动空间 均值/%	32.64	32.83	32.92	32.77

表5 各社区公共服务设施人口密度
Tab.5 Population density of public service facilities in each community (个/万人)

社区	活动空间类型	教育	文化	休闲	商业	养老	医疗	体育
爱达社区	核心	14.72	10.51	8.41	51.51	2.10	21.02	10.51
	弹性	51.51	34.69	54.66	158.73	13.67	88.30	57.82
话园社区	核心	5.68	5.14	5.68	39.20	0.27	7.85	5.95
	弹性	36.50	12.98	16.50	57.62	2.16	27.86	18.40
黄山路社区	核心	21.36	13.14	0	16.43	0	8.07	11.36
	弹性	67.36	19.43	17.43	280.93	3.29	12.29	22.64
吉庆社区	核心	15.52	13.19	9.31	47.85	0.78	24.06	17.76
	弹性	41.91	31.82	59.76	106.44	6.21	76.83	58.98
科技园社区	核心	28.21	12.82	10.26	230.77	5.13	20.51	84.62
	弹性	97.44	84.62	123.08	525.64	15.38	146.15	230.77
莲花社区	核心	3.10	1.33	3.99	41.91	1.55	5.54	1.77
	弹性	7.32	4.00	6.21	75.38	2.00	11.53	9.31
庐山社区	核心	13.44	8.06	7.17	69.57	1.79	16.13	19.71
	弹性	47.49	38.53	51.15	195.34	1.79	69.89	140.68
鹭鸣苑社区	核心	11.18	14.37	14.37	52.69	1.60	20.76	17.56
	弹性	45.51	32.73	55.89	220.36	4.79	79.84	64.67
清荷社区	核心	4.40	1.83	4.76	52.75	1.83	6.23	2.93
	弹性	8.79	4.40	9.52	100.37	3.30	16.12	6.96
双和园社区	核心	1.31	2.61	3.92	49.67	0.65	4.58	10.54
	弹性	9.15	12.42	17.65	159.48	1.96	17.00	31.37
泰山路社区	核心	7.16	0	5.68	35.58	1.30	12.53	15.37
	弹性	33.11	18.79	17.90	89.49	4.47	51.90	38.48
兴达社区	核心	11.90	11.11	7.94	37.78	1.79	16.67	8.73
	弹性	42.86	31.75	52.38	89.37	3.97	76.98	67.46
怡康社区	核心	6.80	3.40	3.91	42.14	0.21	9.71	14.86
	弹性	23.80	15.54	18.45	61.19	3.40	31.08	23.80
中奥社区	核心	5.80	3.87	7.25	69.15	1.23	6.29	23.06
	弹性	43.06	12.09	24.99	136.85	1.45	34.51	68.19
中城社区	核心	4.31	4.71	5.88	55.69	0	3.92	11.37
	弹性	60.98	18.24	22.16	178.41	0.78	34.12	57.25
中胜社区	核心	4.80	1.92	4.80	63.36	1.96	6.92	18.24
	弹性	12.48	11.52	20.16	210.25	1.96	16.32	45.12
中央商务社区	核心	5.60	6.40	14.39	129.53	1.56	8.00	35.59
	弹性	54.79	22.39	34.38	261.45	1.60	58.78	130.33

青年核心活动空间活力与商业和体育设施密度显著正相关,弹性活动空间活力与文化和体育设施密度显著正相关,这表明青年群体倾向于在社区周边开展日常买菜、健身等商业和体育活动,且愿意花费较多的交通成本满足看电影、看展、体育运动等文化和体育需求,在社区合适的服务范围更多地配置此类设施能够有效提高青年群体的社区活力。如图5所示,科技园社区、中央商务社区、庐山社区、中奥社区周边的零售商业网点和运动场地配

套完善,且附近设有电影院、图书馆、综合运动场馆等综合服务设施,因而青年群体的活动比其他社区更丰富,这些新建社区的设施配置符合年轻人的使用需求。

中年核心活动空间活力与商业、休闲、体育设施密度显著正相关,弹性活动空间活力与文化、医疗、休闲、体育设施密度显著正相关,这表明中年群体的日常性买菜、散步、健身等商业、休闲、体育活动倾向于利用社区实体空间,且愿意花费较多的交

表6 各社区居民日常活动空间活力值

Tab.6 Daily activity space vitality value in each community

社区	青少年活动空间活力/h		青年活动空间活力/h		中年活动空间活力/h		老年活动空间活力/h	
	核心	弹性	核心	弹性	核心	弹性	核心	弹性
爱达社区	233	265	190	1044	184	1059	156	337
黄山路社区	0	0	183	372	95	612	0	152
话园社区	17	199	159	977	359	1035	70	632
吉庆社区	19	97	417	977	563	1358	150	957
科技园社区	189	387	986	1838	650	1732	325	421
莲花社区	142	69	435	956	398	1316	258	425
鹭鸣苑社区	66	485	374	1348	227	1559	154	831
庐山社区	121	373	465	1529	411	1922	306	894
清荷社区	5	67	137	423	118	452	49	48
双和园社区	6	77	305	784	180	632	2	242
泰山路社区	124	149	390	1480	285	1002	494	1033
兴达社区	26	195	198	808	285	841	367	420
怡康社区	36	76	440	396	455	757	148	134
中奥社区	156	328	441	1773	389	1192	248	940
中城社区	37	498	395	1142	276	1177	28	279
中胜社区	9	78	288	510	324	445	318	290
中央商务社区	383	406	554	1569	874	1506	301	548

表7 Pearson相关检验结果

Tab.7 Pearson correlation test results

设施	指标	青少年活动空间		青年活动空间		中年活动空间		老年活动空间	
		核心	弹性	核心	弹性	核心	弹性	核心	弹性
文化设施	R	0.068	0.409	0.182	0.527*	0.100	0.537*	0.213	0.181
	Sig	0.801	0.115	0.483	0.030	0.702	0.026	0.429	0.488
教育设施	R	0.146	0.582*	0.249	0.345	0.180	0.462	0.428	0.180
	Sig	0.591	0.018	0.335	0.176	0.488	0.062	0.098	0.490
商业设施	R	0.512*	0.576*	0.796**	0.403	0.611**	0.401	0.512*	0.017
	Sig	0.042	0.019	<0.001	0.109	0.009	0.111	0.043	0.948
医疗设施	R	-0.007	0.324	0.306	0.330	0.097	0.501*	0.408	0.233
	Sig	0.980	0.221	0.233	0.196	0.711	0.041	0.117	0.369
休闲设施	R	0.338	0.350	0.333	0.372	0.495*	0.514*	0.410	0.260
	Sig	0.201	0.183	0.192	0.141	0.044	0.035	0.115	0.313
体育设施	R	0.618*	0.682**	0.849**	0.513*	0.532*	0.511*	0.436	0.212
	Sig	0.011	0.004	<0.001	0.035	0.028	0.036	0.091	0.413
养老设施	R	0.205	0.058	0.540*	0.214	-0.107	0.278	0.534*	-0.085
	Sig	0.446	0.832	0.025	0.409	0.684	0.281	0.033	0.747

注：*、**分别表示Sig值<0.05和Sig值<0.01。

通成本开展看演出、就医、垂钓、体育运动等文化、医疗、休闲、体育活动。如图6所示,除了中央商务社区、科技园社区、庐山社区等新建商品房社区,吉庆社区、怡康社区、鹭鸣苑社区等老旧商品房社区周边也配有零售商业、公共开敞空间、运动场地等

设施,且附近设有文化活动中心、综合医院、综合公园、体育场馆等综合服务设施,因而中年群体的社区活力也较高。

老年核心活动空间活力与商业、养老设施密度显著正相关,而老年人行动能力较差,在弹性活动

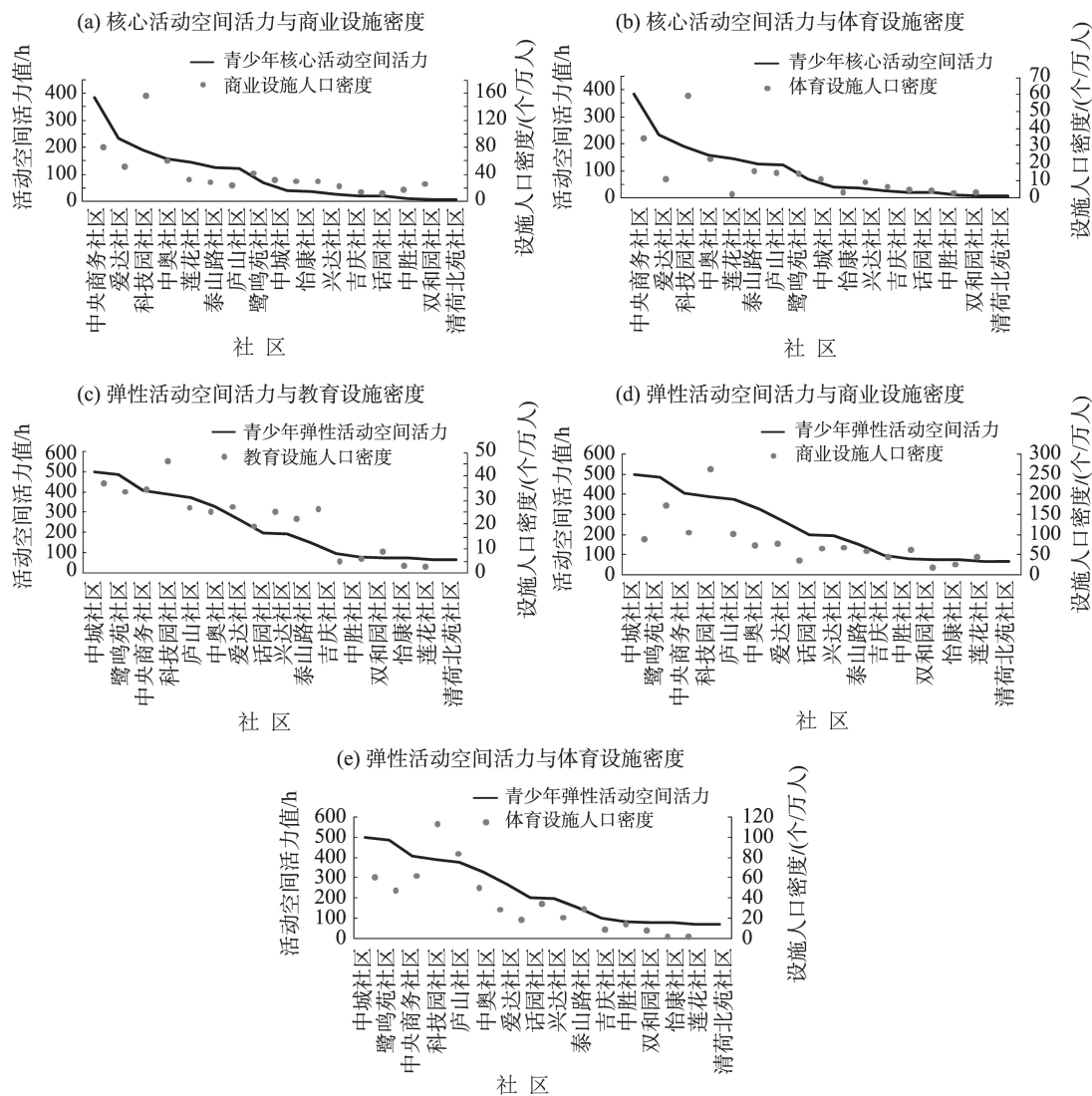


图4 青少年活动空间活力与相关设施密度分布

Fig.4 Vitality of core youth activity space and the density distribution of related facilities

空间内的活动未发现群体性规律,多为个体的偶发活动,这表明老年人的社区活动基本围绕社区周边较小范围开展,且对商业设施和养老服务设施需求较高。如图7所示,泰山路社区、兴达社区、科技园社区、中胜社区等周边配套有完善的菜场、便利店等商业设施和老年活动室、日间照料中心等养老设施,因而老年群体的活动更多。

3.3 社区公共服务设施差异化供给建议

综上所述,不同年龄群体的日常活动空间特征差异及其活力影响因素存在显著差异,基于此,本文尝试提出顾及不同群体活动需求的公共服务设施差异化供给策略。如图8所示,根据活动频率和密度,居民依托社区的日常活动空间可分为核心

活动空间和弹性活动空间2个层级,按照群体活动空间的差异,可进一步划分为青少年、老年群体和中青年群体的活动空间。按照供需匹配的原则,社区周边应由近至远依次完善不同年龄群体需求高的社区公共服务设施配置,即依次提高青少年、老年群体需求高的零售商业、体育场地、养老设施的服务质量,中青年需求高的公共开敞空间设施的供给,青少年需求高的中小学教育、综合商业、综合体育场馆设施的服务质量;中青年需求高的文化活动中心、综合医院、大型公园设施的供给,从而有效应对不同年龄群体的差异化需求,提高社区空间使用率,实现社区公共服务设施的精准化配置。

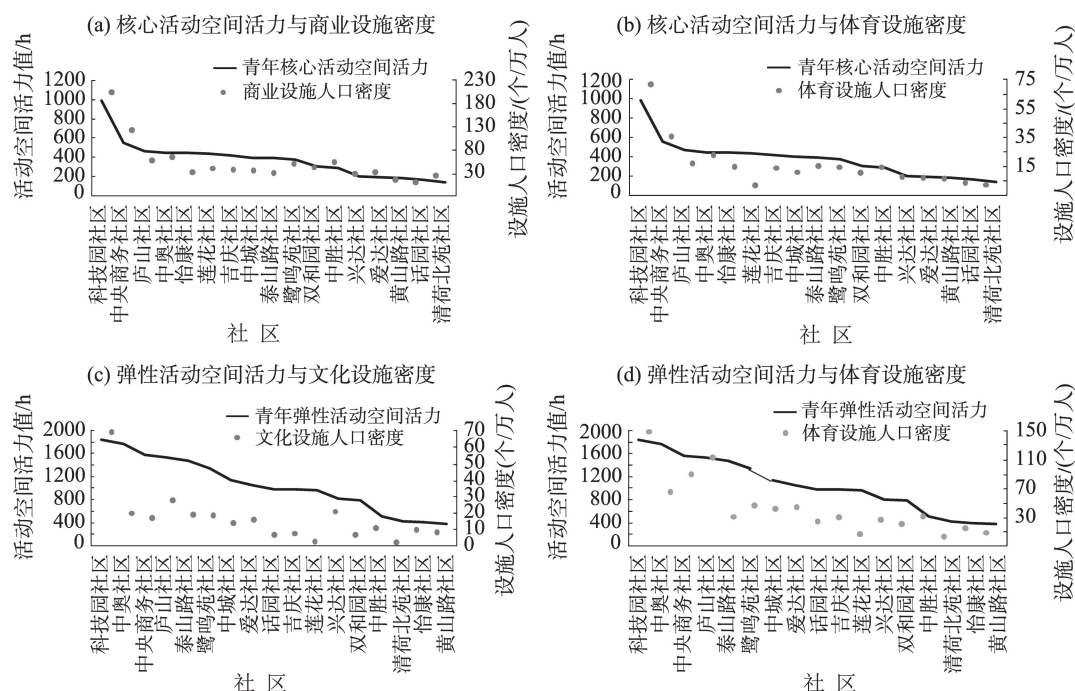


图5 青年活动空间活力与相关设施密度分布

Fig.5 Vitality of flexible youth activity space and the density distribution of related facilities

4 结论与讨论

本文基于手机信令数据,采用标准置信椭圆、方差分析、相关检验等方法,从居民日常活动的视角探讨了居民对社区空间利用的基本特征及群体间差异,分析不同群体社区活力的影响因素,提出了考虑不同群体活动空间和设施需求的社区公共服务设施差异化供给策略,对新型城镇化时期以人的需求为本的社区生活圈规划具有指导意义。

首先,本文识别居民日常活动空间的方法具有一定的创新性。本文提出了利用手机信令数据,按照出行目的和空间距离筛选数据,获得居民的“居住—日常活动地样本集”,并基于活动频率和密度,利用涵盖一定置信区间的标准置信椭圆划定居民出行的核心活动空间和弹性活动空间的研究方法,能够较为准确地刻画居民日常出行活动的空间特征,有利于分析居民对社区空间的使用情况,挖掘居民日常活动的影响机制,从而在社区规划时实现因地制宜、精准配置。相较于出行调查、GPS轨迹等数据,手机信令覆盖范围广、时效性高、获取便捷,能够以较低的成本对一个地区或城市的社区居民活动进行整体考量,具有较高的推广潜力。

其次,居民的日常活动空间表现出层次性、共

享性和方向性。一方面,居民倾向于在社区周边1000 m左右的范围开展买菜、锻炼、散步等日常性活动,同时愿意花费更多的交通成本,在社区附近2300 m左右的范围开展购物、娱乐、运动等提高生活质量的经常性活动。当前的社区规划较好地考虑了居民的日常需求,而对更高层次的生活需求关注不足,应当结合社区的人口结构特征在社区附近灵活配置商业综合体、影剧院、大型运动场等综合服务设施,进一步提高社区服务质量。另一方面,居民实际的日常活动存在空间的重叠和设施的共享,体现出当前分割式社区规划存在的弊端,应当考虑结合大数据识别居民的日常活动空间,重塑社区空间结构。同时,居民的日常活动空间受到就业、就学等因素的影响,表现出方向性,这表明社区规划的视角不应该只局限于社区本身,应当将社区置于所处的城市结构中,注重中观尺度通勤行为与微观尺度社区活动的协调,从而合理布置生活服务设施的空间区位,使居民能够在通勤途中更便捷地获得生活服务,打造人性化社区。

最后,由于手机信令数据的中青年化特征,以往不考虑用户年龄属性刻画居民活动空间的研究结论可能更偏向于反映中青年群体的活动特征,而对青少年和老年人群体的需求考虑不足,存在一定

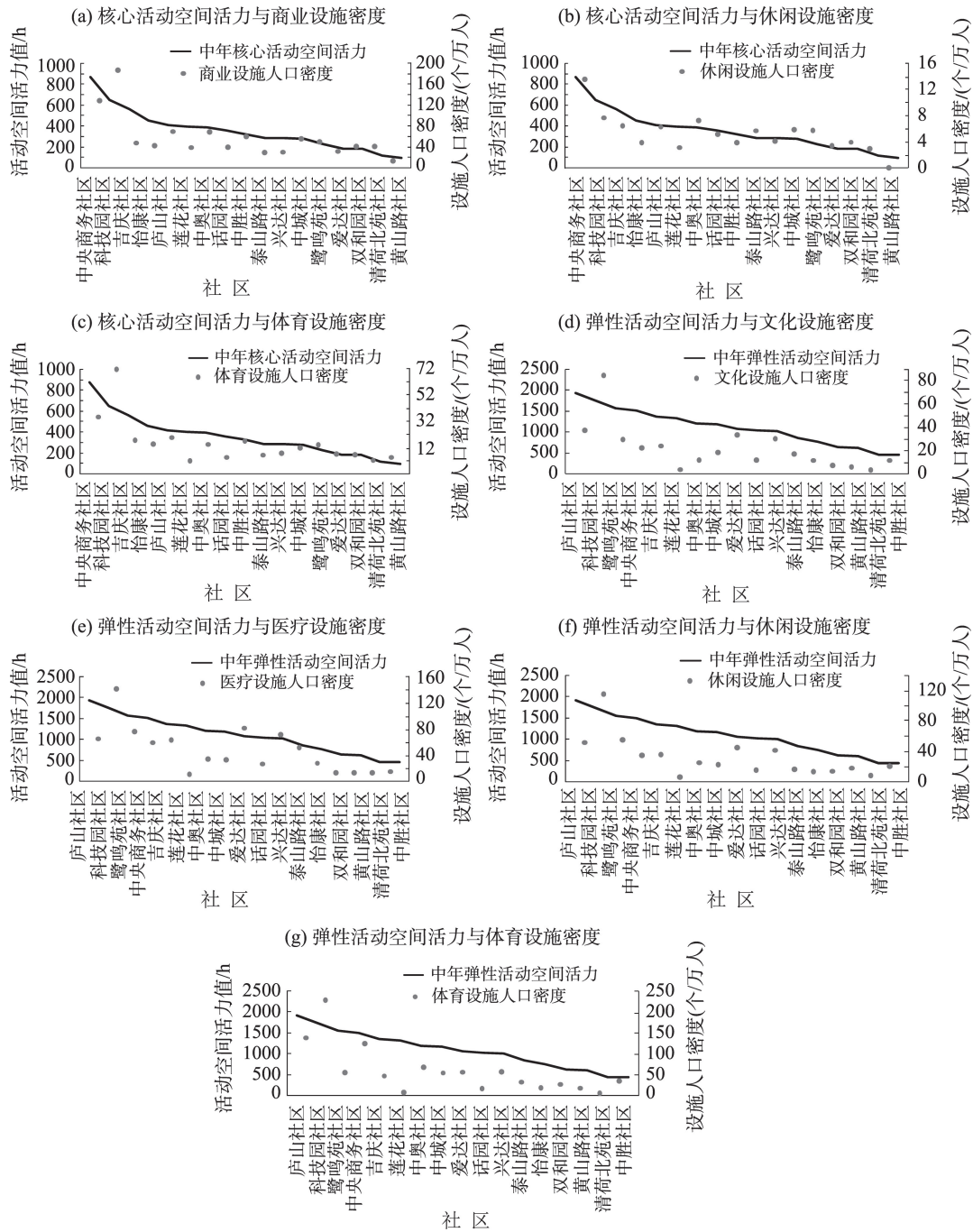


图6 中年活动空间活力与相关设施密度分布

Fig.6 Vitality of middle-aged resident activity space and the density distribution of related facilities

局限性。本文研究提取不同年龄群体的手机信令数据,识别其日常活动空间和社区活力,能够进一步关注到青少年和老年群体的社区日常活动特征,所体现的不同年龄群体的空间分布特征更具参考意义。研究表明,青少年和老年群体由于行动能力的限制,日常活动的空间范围普遍小于青年和中年群体。而不同年龄群体在核心活动空间和弹性活动空间内对不同类型的公共服务设施具有

较高的使用需求。基于分析结果,本文提出了考虑不同群体活动空间和设施需求的社区公共服务设施差异化供给策略,对社区规划中公共服务设施的精准化配置具有借鉴意义。

但本文仍存在一定局限,有待在未来研究中进一步完善。在研究方法方面,手机信令数据基于基站获取的空间位置与居民的实际活动点一般不直接重合,标准置信椭圆法相较于其他常用方法虽

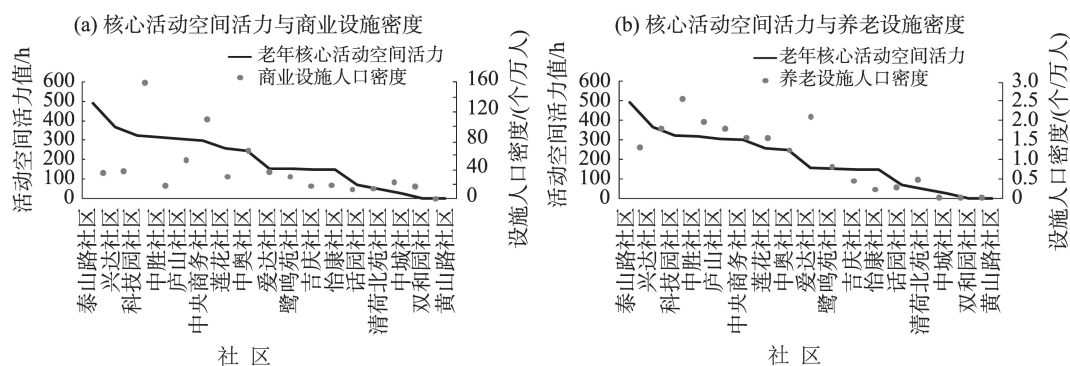


图7 老年活动空间活力与相关设施密度分布

Fig.7 Vitality of elderly activity space and the density distribution of related facilities

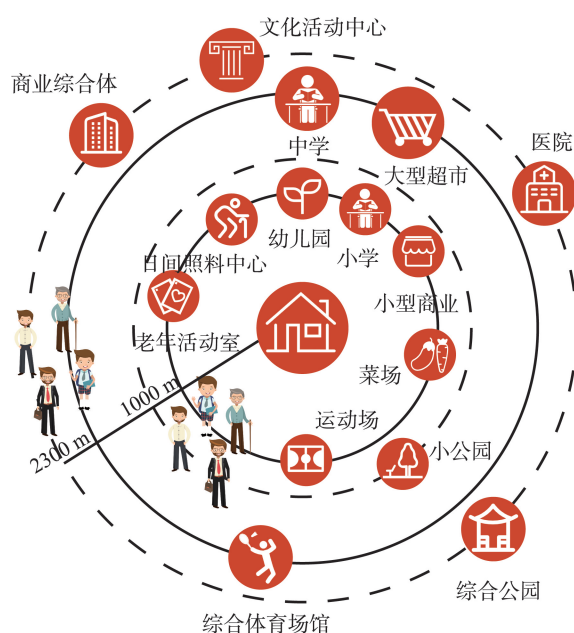


图8 社区公共服务设施差异化供给策略

Fig.8 Differentiated supply strategy of community public service facilities

然在科学性和准确度上具有一定优势,但可能仍存在一定偏差,无法完全克服由于活动点位置不准确产生的影响,在后续的研究中可以考虑对手机信令数据按照一定规则修正,判定居民的实际活动点,从而提高准确率。另外,由于手机信令数据存在使用者年龄的偏差,青少年和老年群体数据量相对较小,因而对这2类群体日常活动需求的反映可能比较有限,未来可能需要一些辅助性的调查手段进行补充。在研究内容方面,本文探索了居民的差异化时空行为特征和差异化公共服务设施需求,未来可以在此基础上对社区公共服务设施的选址和供给数量进一步探讨,一方面,可以基于日常活动空间的叠置分析探讨社区公共服务设施的合理选址;另

一方面,可以结合社区人口结构和消费需求,对各类设施的需求进行量化,采用大小数据结合的方式定量完善社区公共服务设施配置,从而进一步指导社区空间规划。

参考文献(References)

- [1] 张文佳, 柴彦威. 居住空间对家庭购物出行决策的影响[J]. 地理科学进展, 2009, 28(3): 362-369. [Zhang Wenjia, Chai Yanwei. The influence of residential space on household shopping tour decision-making behaviors. Progress in Geography, 2009, 28(3): 362-369.]
- [2] 韩增林, 李源, 刘天宝, 等. 社区生活圈公共服务设施配置的空间分异分析: 以大连市沙河口区为例[J]. 地理科学进展, 2019, 38(11): 1701-1711. [Han Zenglin, Li Yuan, Liu Tianbao, et al. Spatial differentiation of public service facilities' configuration in community life circle: A case study of Shahekou District in Dalian City. Progress in Geography, 2019, 38(11): 1701-1711.]
- [3] 柴彦威, 张雪, 孙道胜. 基于时空行为的社区生活圈规划研究: 以北京市为例[J]. 城市规划学刊, 2015(3): 61-69. [Chai Yanwei, Zhang Xue, Sun Daosheng. A study on life circle planning based on space time behavioural analysis: A case study of Beijing. Urban Planning Forum, 2015 (3): 61-69.]
- [4] 索超. 基于居民行为特征的社区生活圈边界测度方法探索: 以江苏省宜兴市为例[C]// 中国城市科学研究会, 郑州市人民政府, 河南省自然资源厅, 河南省住房和城乡建设厅. 2019城市发展与规划论文集. 北京: 中国城市科学研究会, 2019: 232-238. [Suo Chao. Method exploring of the community daily life circle boundary measurement based on resident's behavior characteristics: Take Yixing as an example // China Urban Science Research Association, Zhengzhou Municipal People's Government, Henan Provincial Department of Natural Resources,

- Housing and Urban-Rural Development Department of Henan Province. 2019 Urban development and planning papers. Beijing, China: China Urban Science Research Association, 2019: 232-238.]
- [5] 孙道胜, 柴彦威. 城市社区生活圈体系及公共服务设施空间优化: 以北京市清河街道为例 [J]. 城市发展研究, 2017, 24(9): 7-14, 25, 2. [Sun Daosheng, Chai Yanwei. Study on the urban community life sphere system and the optimization of public service facilities: A case study of Qinghe area in Beijing. Urban Development Studies, 2017, 24(9): 7-14, 25, 2.]
- [6] 张晓兰, 朱秋. 东京都市圈演化与发展机制研究 [J]. 现代日本经济, 2013(2): 66-72. [Zhang Xiaolan, Zhu Qiu. A study on the evolution and development mechanism of Tokyo metropolitan area. Contemporary Economy of Japan, 2013(2): 66-72.]
- [7] 肖作鹏, 柴彦威, 张艳. 国内外生活圈规划研究与规划实践进展述评 [J]. 规划师, 2014, 30(10): 89-95. [Xiao Zuopeng, Chai Yanwei, Zhang Yan. Overseas life circle planning and practice. Planners, 2014, 30(10): 89-95.]
- [8] 柴彦威, 李春江, 夏万渠, 等. 城市社区生活圈划定模型: 以北京市清河街道为例 [J]. 城市发展研究, 2019, 26(9): 1-8, 68. [Chai Yanwei, Li Chunjiang, Xia Wanqu, et al. Study on the delineation model of urban community life circle: Based on Qinghe District in Haidian District, Beijing. Urban Development Studies, 2019, 26(9): 1-8, 68.]
- [9] 孙德芳, 沈山, 武廷海. 生活圈理论视角下的县域公共服务设施配置研究: 以江苏省邳州市为例 [J]. 规划师, 2012, 28(8): 68-72. [Sun Defang, Shen Shan, Wu Tinghai. Life circle theory based county public service distribution: Jiangsu Pizhou case. Planners, 2012, 28(8): 68-72.]
- [10] 贺建雄. 西安城市居民日常生活空间供需耦合研究 [D]. 西安: 西北大学, 2018. [He Jianxiong. Study on the supply and demand coupling of Xi'an urban residents' daily living space. Xi'an, China: Northwest University, 2018.]
- [11] 季珏, 高晓路. 基于居民日常出行的生活空间单元的划分 [J]. 地理科学进展, 2012, 31(2): 248-254. [Ji Jue, Gao Xiaolu. Identifying the scope of daily life in urban areas based on residents' travel behaviors. Progress in Geography, 2012, 31(2): 248-254.]
- [12] Newsome T H, Walcott W A, Smith P D. Urban activity spaces: Illustrations and application of a conceptual model for integrating the time and space dimensions [J]. Transportation, 1998, 25(4): 357-377.
- [13] Schönfelder S, Axhausen K W. Activity spaces: Measures of social exclusion? [J]. Transport Policy, 2003, 10(4): 273-286.
- [14] Fan Y L, Khattak A J. Urban form, individual spatial footprints, and travel: Examination of space-use behavior [J]. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2008, 2082: 98-106.
- [15] 申悦, 柴彦威. 基于GPS数据的北京市郊区巨型社区居民日常活动空间 [J]. 地理学报, 2013, 68(4): 506-516. [Shen Yue, Chai Yanwei. Daily activity space of suburban mega-community residents in Beijing based on GPS data. Acta Geographica Sinica, 2013, 68(4): 506-516.]
- [16] 孙道胜, 柴彦威, 张艳. 社区生活圈的界定与测度: 以北京清河地区为例 [J]. 城市发展研究, 2016, 23(9): 1-9. [Sun Daosheng, Chai Yanwei, Zhang Yan. The definition and measurement of community life circle: A case study of Qinghe area in Beijing. Urban Development Studies, 2016, 23(9): 1-9.]
- [17] Xi G L, Zhen F, He J L, et al. City networks of online commodity services in China: Empirical analysis of Tmall clothing and electronic retailers [J]. Chinese Geographical Science, 2018, 28(2): 231-246.
- [18] 闫晴, 李诚固, 陈才, 等. 基于手机信令数据的长春市活动空间特征与社区分异研究 [J]. 人文地理, 2018, 33(6): 35-43. [Yan Qing, Li Chenggu, Chen Cai, et al. Characteristics of activity space and community differentiation in Changchun: A study using mobile phone signaling data. Human Geography, 2018, 33(6): 35-43.]
- [19] Zhen F, Wang B, Wei Z C. The rise of the internet city in China: Production and consumption of internet information [J]. Urban Studies, 2015, 52(13): 2313-2329.
- [20] 秦萧, 甄峰. 大数据与小数据结合: 信息时代城市研究方法探讨 [J]. 地理科学, 2017, 37(3): 321-330. [Qin Xiao, Zhen Feng. Combination between big data and small data: New methods of urban studies in the information era. Scientia Geographica Sinica, 2017, 37(3): 321-330.]
- [21] 张姗姗, 甄峰, 秦萧, 等. 面向城市社区规划的参与式感知与计算: 概念模型与技术框架 [J]. 地理研究, 2020, 39(7): 1580-1591. [Zhang Shanqi, Zhen Feng, Qin Xiao, et al. The conceptual model and technical framework of participatory sensing and computing for urban community planning. Geographical Research, 2020, 39(7): 1580-1591.]
- [22] 王德, 傅英姿. 手机信令数据助力上海市社区生活圈规划 [J]. 上海城市规划, 2019(6): 23-29. [Wang De, Fu Yingzi. Mobile signaling data helps Shanghai community life circle planning. Shanghai Urban Planning Review, 2019(6): 23-29.]
- [23] 张昱, 张若楠. 生活圈视角下中小城市公共服务设施配

- 置研究 [J]. 山西农经, 2020(2): 107-108. [Zhang Yu, Zhang Ruonan. Research on the allocation of public service facilities in small and medium cities from the perspective of life circle. Shanxi Agricultural Economics, 2020(2): 107-108.]
- [24] 王德.《基于大数据的城市研究与规划方法创新》评述 [J]. 地理学报, 2016, 71(6): 1089. [Wang De. Comment on "Urban research and planning method innovation based on big data". Acta Geographica Sinica, 2016, 71 (6): 1089.]
- [25] 郑彩云. 基于居民生活圈视角的武汉老城区民生设施配套研究 [C]// 中国城市规划学会, 重庆市人民政府. 活力城乡 美好人居: 2019 中国城市规划年会论文集. 北京: 中国城市规划学会, 2019: 268-278. [Zheng Caiyun. Research on the supporting facilities of people's livelihood in the old city of Wuhan based on the perspective of residents' life circle // China Urban Planning Society, Chongqing Municipal People's Government. Vibrant urban and rural, beautiful habitat: Proceedings of China urban planning annual conference 2019. Beijing, China: China Urban Planning Society, 2019: 268-278.]
- [26] 刘倩. 居民需求视角下社区生活圈配套设施优化策略研究: 以西安市雁塔区为例 [D]. 西安: 西北大学, 2019. [Liu Qian. Research on optimization strategies of supporting facilities in community life circle from the perspective of residents' demand: A case study of Yanta District in Xi'an City. Xi'an, China: Northwest University, 2019.]
- [27] 钟炜菁, 王德. 基于居民行为周期特征的城市空间研究 [J]. 地理科学进展, 2018, 37(8): 1106-1118. [Zhong Weijing, Wang De. Urban space study based on the temporal characteristics of residents' behavior. Progress in Geography, 2018, 37(8): 1106-1118.]
- [28] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 中华人民共和国国家标准: 城市居住区规划设计标准 GB 50180—2018 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2018. [Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. National Standard (Mandatory) of the People's Republic of China: Standard for urban residential area planning and design. GB 50180-2018. Beijing, China: China Architecture & Building Press, 2018.]
- [29] Hägerstrand T. What about people in regional science? [J]. Papers of the Regional Science Association, 1970, 24 (1): 6-21.
- [30] 王海洋. 福田中心区公共空间活力时空分布特征及其影响因素研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2016. [Wang Haiyang. Study on spatial temporal distribution characteristics of public space vitality and its influencing factors in Futian central district. Harbin, China: Harbin Institute of Technology, 2016.]
- [31] 罗桑扎西, 甄峰. 基于手机数据的城市公共空间活力评价方法研究: 以南京市公园为例 [J]. 地理研究, 2019, 38(7): 1594-1608. [Luo Sangzhaxi, Zhen Feng. How to evaluate public space vitality based on mobile phone data: An empirical analysis of Nanjing's parks. Geographical Research, 2019, 38(7): 1594-1608.]
- [32] 端木一博, 柴彦威. 社区设施供给与居民需求的时空匹配研究: 以北京清上园社区为例 [J]. 地域研究与开发, 2018, 37(6): 76-81. [Duanmu Yibo, Chai Yanwei. Space-time matching between community facilities and residents' demand: A case of Qingshangyuan Community in Beijing. Areal Research and Development, 2018, 37 (6): 76-81.]

Measurement of community daily activity space and influencing factors of vitality based on residents' spatiotemporal behavior: Taking Shazhou and Nanyuan streets in Nanjing as examples

ZOU Sicong^{1,2}, ZHANG Shanqi^{1,2*}, ZHEN Feng^{1,2}

(1. School of Architecture and Urban Planning, Nanjing University, Nanjing 210093, China;

2. Provincial Engineering Laboratory of Smart City Design Simulation & Visualization, Nanjing 210093, China)

Abstract: In the new era of China's development, people's needs for living space have become diversified. At the community level, the transformation of the planning of a human-oriented community life circle needs to pay attention to residents' daily activities to use the community space, thereby reflecting residents' use of community public service facilities. This demands to identify the daily activity space of residents. However, current research has paid little attention to the differentiated spatial and temporal behavior characteristics of different types of residents, and cannot effectively respond to the diverse needs of community residents. Based on the theory of behavioral geography, this research proposed a method of using mobile phone signaling data to measure the core activity space and flexible activity space based on the frequency and density of residents' travel activities, and then analyze the characteristics of daily activities of different types of people. Taking Shazhou and Nanyuan streets in Nanjing City as examples, the daily activity space of adolescent, youth, middle-aged, and elderly resident groups in different communities was delineated, and the basic characteristics of residents' use of community space were analyzed from the perspective of daily activity range and vitality differences among groups. The research results show that the daily activity space of residents shows hierarchical, sharing, and directional features, and there are significant differences in the daily activity space of different age groups. Further, by using the correlation test to analyze the influencing factors of the vitality of different groups of the communities, we proposed a differentiated supply strategy for public service facilities that considers the activity space and facility needs of different groups. This research is helpful for improving the method of measuring the daily activity space of community based on the spatiotemporal behavior of residents, and enriching the understanding of the diverse behavior needs of community residents. The conclusions of the empirical research have certain guiding significance for the allocation of community public service facilities based on residents' diverse space and facility needs.

Keywords: differentiated spatiotemporal behavior; daily activity space; mobile phone signaling data; community planning; Nanjing City