

【交通物流 / Transportation Logistics】

# 老年人活动空间的测度及影响因素

——以昆明市为例

何民, 曹昆, 何明卫, 刘阳, 石庄彬

昆明理工大学交通工程学院, 云南昆明 650504

**摘要:** 研究老年人的活动空间有助于更好地理解老年人的出行行为, 对于提高城市交通系统对社会老龄化的适应性, 促进交通公平具有重要意义。采用2016年中国昆明市的居民出行调查数据和建成环境数据, 对老年人活动空间的测度和影响因素进行研究。借助地理信息系统(geographic information system, GIS)可视化与分析工具, 利用标准置信椭圆法对老年人活动空间进行测度, 并对其分布特征和群体性差异进行统计分析, 基于序次logit模型探究老年人活动空间的影响因素。结果表明, 超过一半的老年人活动空间分布在以住址为中心的5 km<sup>2</sup>范围内, 并表现出显著的群体性差异。公园密度、交叉口密度、道路网密度、商场密度、到公交站最近距离、年龄、性别、家庭结构及家庭年收入对老年人的活动空间均有显著影响。

**关键词:** 城市交通; 活动空间; 老年人; 出行行为; 序次logit模型; 标准置信椭圆法

**中图分类号:** U491.1; D669.3

**文献标志码:** A

**doi:** 10.3724/SP.J.1249.2023.02188

## Influencing factors and measure of the activity space of the elderly: a case study of Kunming city

HE Min, CAO Kun, HE Mingwei, LIU Yang, and SHI Zhuangbin

Faculty of Transportation Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650504, Yunnan Province, P. R. China

**Abstract:** The study on the activity space could help us better understand the travel behavior of the elderly people, which is significant for improving the adaptability of the urban transportation system to social aging and promoting the transportation equity. Using the resident trip survey and the built environment data from Kunming city in 2016, we investigate the elderly's activity space measure and influencing factors. Firstly, the activity space of the elderly people is measured by the standard confidence ellipse method with geographic information system (GIS), and the distribution characteristics and group differences are also counted and analyzed. Then, the influencing factors of the activity space of the elderly are identified by the ordered logit model. The results demonstrate that more than half of the activity space of the elderly is distributed within five square kilometer, and shows significant group differences. The factors such as park density, intersection density, road network density, shopping mall density, the nearest distance to the bus station, age, gender, family structure and annual income have significant impacts on the activity space of the elderly.

**Key words:** urban traffic; activity space; elderly; travel behavior; ordered logit model; standard confidence ellipse method

人口老龄化已成为世界上许多国家普遍存在的社会现象, 根据2021年中国国家统计局发布的数

据, 截至2020年11月, 中国60岁及以上人口数量为2.64亿人, 占总人口的18.70%<sup>[1]</sup>, 老年人因自

**Received:** 2021-07-29; **Accepted:** 2022-01-09; **Online (CNKI):** 2022-04-06

**Foundation:** Basic Research Program of Yunnan Province (202001AT070030)

**Corresponding author:** Associate professor HE Mingwei. E-mail: hmwei01@163.com

**Citation:** HE Min, CAO Kun, HE Mingwei, et al. Influencing factors and measure of the activity space of the elderly: a case study of Kunming city [J]. Journal of Shenzhen University Science and Engineering, 2023, 40(2): 188-194. (in Chinese)

<http://journal.szu.edu.cn>



身认知与身体的制约,更容易受到出行限制和交通排斥而被城市边缘化。因此,了解老年人的出行行为和活动空间,对于分析和解决当前城市交通系统中存在的不足,提高城市交通对老龄化社会的适应性,促进交通公平具有重要意义。

目前,国内外学者已对老年人的出行行为进行了大量研究,通常集中在几个特定维度(如出行时间和出行频率)上。如张政等<sup>[2]</sup>从出行频率、时间、距离及方式等方面对老年人的出行行为进行研究;CHENG等<sup>[3]</sup>发现与年轻人相比,居住位置变化对老年人的出行频率和出行时间影响较大。使用单一维度作为出行行为的度量并不能反映老年人是否正在遭受与交通有关的排斥,因此,研究不仅需要关注于出行,还应关注出行的空间。

活动空间是指个体在日常活动过程中经过的所有地点集合,是个体活动出行行为的重要测度指标,用来描述个体对城市空间的利用情况和移动能力<sup>[4]</sup>。活动空间度量可用来衡量弱势群体在日常出行和活动中所面临的空间障碍和不平等,与交通公平、种族隔离及社会排斥等一系列社会热点问题紧密联系<sup>[5]</sup>。ZHANG等<sup>[6]</sup>提出一种基于活动空间概念的方法,该方法能够全面识别弱势群体的时空出行特征和交通劣势的地理分布。SCHÖNFELDER等<sup>[7]</sup>提出将活动空间作为社会排斥的度量指标。现有研究对象主要为通勤者、青少年及低收入群体,如BRETT等<sup>[8]</sup>利用活动空间法分析和估计了通勤者日常空间移动的位置和程度;RIOVÁ<sup>[9]</sup>采用标准置信椭圆和核密度法计算男孩和女孩的步行活动空间;塔娜等<sup>[10]</sup>通过路网分析与最小多边形分析方法刻画了低收入群体每日的潜在活动空间和实际活动空间。常用的活动空间测度方法包括最小凸多边形法、核密度法、基于路网的最短路径法及标准置信椭圆法等<sup>[7-9]</sup>,其中,标准置信椭圆法常用于实证研究。活动空间计算方法的选择取决于研究目的、数据可用性和技术工具。

老年人出行行为的研究已具有一定基础,但对老年人活动空间及其影响因素的研究仍相对缺乏。本研究采用2016年中国昆明市居民出行调查数据和建成环境数据,借助地理信息系统(geographic information system, GIS)可视化与空间分析方法,利用置信度为95%的标准置信椭圆法对老年人活动空间进行测度,并对其分布特征和群体性差异进行统计分析,利用序次logit模型识别出老年人活动空间

的影响因素。研究结果有助于更好理解和掌握老年人的活动空间范围,充分考虑老年人的出行-活动需求和期望,发现和减少老年群体可能面临的潜在社会排斥,从而采取针对性对策提升公共服务设施的供给和交通服务,为城市和交通规划者提供参考。

## 1 数据采集与预处理

以昆明市作为案例城市,使用数据包括居民出行调查数据和建成环境数据。2016年昆明市居民出行调查数据库用于老年人活动空间的测度分析,该数据库采集了出行者的个人、家庭及出行属性信息,覆盖昆明市14个行政区。调查采用平板电脑内置调查程序采集居民信息、定位家庭地址与出行起讫点地址。通过GIS软件提取2016年昆明市建成环境数据,包括公园密度、(家)到公交站最近距离及道路网密度等。

选取昆明市五华区、西山区、呈贡区、盘龙区和官渡区的建成区作为研究区域,将研究对象定义为60岁及以上的老年人。研究区域内老年人的调查总人数为6 985人(样本数 $N=6\,985$ ),其中,当天有出行行为的人数为5 847人。根据活动空间的构成条件,剔除家外活动点只有1个或所有活动点均在同一直线上的样本,同时剔除信息缺失等不合格样本,最终获得1 401个样本,样本构成特征如表1。可见,样本中女性略多于男性;21.0%的老年人年龄分布在70岁及以上;74.0%的老年人拥有初高中及以上学历;83.1%的老年人家庭年收入在10万元以下。将老年人家庭结构分为退休家庭、2代家庭和3代家庭3类,其中,退休家庭定义为家里只有老年人,包括单身老人以及老年夫妻;2代家庭定义为老年人与成年子女生活在一起,但没有第3代;3代家庭为老年人、成年子女及第3代生活在一起。3类家庭结构占比分别为41.2%、46.5%和12.3%。与研究区域老年人调查总样本相比,本次用于活动空间研究的样本具有较好代表性。

## 2 老年人活动空间的测度

对活动空间进行测度是研究其特性的基础,标准置信椭圆法是目前应用最广的一种测度方法,具有多种表征形式,如覆盖一定置信度活动点的标准置信椭圆,以家和工作地为焦点覆盖所有活动点的

表1 老年人样本构成特征  
Table 1 Profile of the elderly sample

| 变量         | 分类       | 样本(N = 1 401)占比/% | 调查总样本(N = 6 985)占比/% |
|------------|----------|-------------------|----------------------|
| 性别         | 男        | 48.1              | 50.1                 |
|            | 女        | 51.9              | 49.9                 |
| 年龄 / 岁     | [60, 70) | 79.0              | 76.1                 |
|            | ≥ 70     | 21.0              | 23.9                 |
| 受教育程度      | 小学及以下    | 26.0              | 31.5                 |
|            | 初高中      | 63.3              | 58.4                 |
|            | 大专及以上    | 10.7              | 10.1                 |
| 家庭结构       | 退休家庭     | 41.2              | 42.3                 |
|            | 2代家庭     | 46.5              | 45.9                 |
|            | 3代家庭     | 12.3              | 11.8                 |
| 家庭年收入 / 万元 | < 5      | 41.0              | 44.6                 |
|            | [5, 10)  | 42.1              | 39.1                 |
|            | ≥ 10     | 16.9              | 16.3                 |

椭圆等<sup>[11]</sup>。根据数据类型与研究对象,本研究采用 ArcGIS 中的 directional distribution (standard deviational ellipse) 工具,选取置信度为 68%、95% 及 99% 的标准置信椭圆作为老年人 1 d 内的活动空间测度方法。图 1 以居住在呈贡区的 1 名老年人为例,利用假设活动点位置测度了 1 个和 2 个标准差的置信椭圆,即分别捕获了约 68% 和 95% 的活动位置。

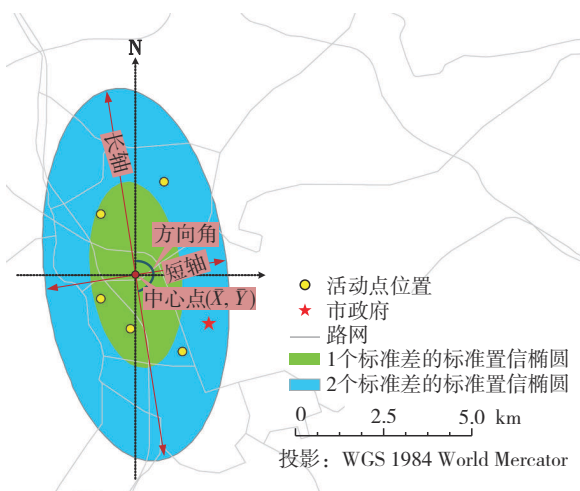


图1 老年人 1 d 内的活动空间示意图

Fig. 1 (Color online) Diagram of one day activity space for the elderly.

本研究选取 95% 的置信度以及所有老年人活动点的空间坐标构建标准置信椭圆,得到椭圆的 5 个特征(圆心、旋转角度、长短半轴长度及面积),并将面积作为活动空间的度量指标,具体计算方法<sup>[12]</sup>

如下。

1) 确定圆心,利用算术平均中心计算椭圆圆心为

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad (2)$$

其中,  $x_i$  和  $y_i$  为要素  $i$  的投影坐标;  $\bar{X}$  和  $\bar{Y}$  为椭圆圆心坐标(平均中心坐标);  $n$  为要素总数。

2) 确定椭圆的长半轴  $SDE_x$  和短半轴  $SDE_y$  分别为

$$SDE_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n}} \quad (3)$$

$$SDE_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2}{n}} \quad (4)$$

3) 确定椭圆的方向角  $\theta$ , 定义为以正北方向为起点,顺时针旋转到椭圆  $x$  轴的角度。

$$\tan \theta = \frac{A + B}{C} \quad (5)$$

$$A = \sum_{i=1}^n \tilde{x}_i^2 - \sum_{i=1}^n \tilde{y}_i^2 \quad (6)$$

$$B = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n \tilde{x}_i^2 - \sum_{i=1}^n \tilde{y}_i^2\right)^2 + 4\left(\sum_{i=1}^n \tilde{x}_i \tilde{y}_i\right)^2} \quad (7)$$

$$C = 2 \sum_{i=1}^n \tilde{x}_i \tilde{y}_i \quad (8)$$

其中,  $\tilde{x}_i$  和  $\tilde{y}_i$  为空间点  $i$  距圆心的坐标差。

4) 确定  $x$ 、 $y$  轴的标准差及椭圆方程为

$$\sigma_x = \sqrt{2} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\tilde{x}_i \cos \theta - \tilde{y}_i \sin \theta)^2}{n}} \quad (9)$$

$$\sigma_y = \sqrt{2} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\tilde{x}_i \sin \theta - \tilde{y}_i \cos \theta)^2}{n}} \quad (10)$$

$$\left(\frac{x}{\sigma_x}\right)^2 + \left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2 = s \quad (11)$$

其中,  $s$  为置信度值。

老年人活动空间的总体分布情况如表 2。可见,老年人的平均活动空间面积为 13.90 km<sup>2</sup>, 56.9% 的老年人活动空间在 5 km<sup>2</sup> 以内, 39.5% 的老年人活动空间在 2 km<sup>2</sup> 以内。仍有 16.1% 的老年人活动空间在 20 km<sup>2</sup> 以上。

表2 老年人活动空间面积的分布

Table 2 Distribution of the activity space area of the elderly

| 面积区间 / km <sup>2</sup> | 样本量 | 占比 / % |
|------------------------|-----|--------|
| (0, 2)                 | 554 | 39.5   |
| [2, 5)                 | 243 | 17.4   |
| [5, 10)                | 199 | 14.2   |
| [10, 15)               | 113 | 8.6    |
| [15, 20)               | 59  | 4.2    |
| ≥ 20                   | 213 | 16.1   |

采用秩和检验法对老年人活动空间进行群体性差异检验, 结果如表3. 可见, 性别、年龄及家庭结构不同, 老年人活动空间分布存在显著性差异. 其中, 与男性相比, 女性日常出行的活动空间相对较小; 60~69岁老年人的活动空间要高于70岁及以上的老年人; 退休家庭相比于2代和3代家庭, 其活动空间相对较大.

3 老年人活动空间的影响因素

3.1 构建模型

序次logit模型常用于分析和解决具有一定序次关系的因变量问题<sup>[13]</sup>. 定义 $y^*$ 为潜变量, 为

$$y^* = x\beta + \varepsilon \tag{12}$$

其中:  $x$ 为解释变量;  $\beta$ 是 $x$ 的回归系数;  $\varepsilon$ 为不定

误差. 定义 $J$ 为序次因变量的类别数, 阈值 $u_j$ 存在 $J-1$ 个值, 且 $u_1 < u_2 < \dots < u_{J-1}$ . 若 $y^* \leq u_1$ , 则 $y = 1$ ; 若 $u_1 < y^* \leq u_2$ , 则 $y = 2$ ; 同理, 若 $u_{J-1} < y^*$ , 则 $y = J$ .

序次logit模型的表达式为

$$\ln \left[ \frac{P(y \leq j|x)}{1 - P(y \leq j|x)} \right] = u_j - \sum_{k=1}^K \beta_k x_k \tag{13}$$

其中,  $P(y \leq j|x)$ 为累计概率;  $\beta_k$ 为解释变量 $x_k$ 的第 $k$ 个回归系数;  $K$ 为解释变量总数.

因此, 累计概率为

$$P(y \leq j|x) = \frac{\exp \left( u_j - \sum_{k=1}^K \beta_k x_k \right)}{1 + \exp \left( u_j - \sum_{k=1}^K \beta_k x_k \right)} \tag{14}$$

可算出 $P(y = j)$ 的值. 利用极大似然法对序次logit模型中的参数进行估计.

将老年人活动空间作为因变量. 在自变量选择时, 基于所获取的数据, 主要考虑了出行者的社会经济-人口属性和建成环境. 社会经济-人口属性包括年龄、性别、受教育程度、家庭结构及家庭年收入. 建成环境属性包括商场密度、公园密度、到公交站最近距离、交叉口密度和道路网密度. 商场、公园和交叉口密度是以老年人住址为中心, 半径为1 000 m同心圆内商场、公园和交叉口的数量. 到公交站最近距离是老年人住址与最近公交站之间的

表3 不同老年人群体的活动空间面积

Table 3 Activity spaces area of different elderly groups

| 属性         | 分组      | 活动空间面积<br>平均值 <sup>1)</sup> / km <sup>2</sup> | 分布比例 / % |       |        |         |      |
|------------|---------|-----------------------------------------------|----------|-------|--------|---------|------|
|            |         |                                               | (0,2)    | [2,5) | [5,10) | [10,20) | ≥ 20 |
| 性别         | 男       | 15.70**                                       | 36.6     | 17.5  | 13.7   | 13.4    | 18.8 |
|            | 女       | 12.23**                                       | 42.2     | 17.2  | 14.7   | 12.3    | 13.6 |
| 年龄 / 岁     | [60,70) | 14.47**                                       | 38.5     | 17.1  | 14.4   | 12.9    | 17.2 |
|            | ≥ 70    | 11.74**                                       | 43.4     | 18.3  | 13.6   | 12.5    | 12.2 |
| 受教育程度      | 小学及以下   | 14.14                                         | 41.9     | 16.0  | 13.8   | 11.0    | 17.3 |
|            | 初高中     | 13.69                                         | 39.1     | 17.7  | 14.0   | 13.5    | 15.7 |
|            | 大专及以上   | 14.53                                         | 36.0     | 18.6  | 16.7   | 12.7    | 16.0 |
| 家庭结构       | 退休家庭    | 15.63**                                       | 38.0     | 15.9  | 15.1   | 13.7    | 17.3 |
|            | 2代家庭    | 11.99**                                       | 40.5     | 19.7  | 13.1   | 12.9    | 13.8 |
|            | 3代家庭    | 15.33**                                       | 41.1     | 13.3  | 15.6   | 9.2     | 20.8 |
| 家庭年收入 / 万元 | < 5     | 12.43                                         | 42.4     | 15.5  | 14.1   | 13.2    | 14.8 |
|            | [5,10)  | 15.15                                         | 37.0     | 17.6  | 14.1   | 13.1    | 18.2 |
|            | ≥ 10    | 14.38                                         | 38.8     | 21.1  | 14.8   | 11.0    | 14.3 |

<sup>1)</sup>\*\*表示 $P \leq 0.05$ .



欧式距离。道路网密度是以老年人住址为中心,半径为 1 000 m 同心圆内道路的长度。在统计分析和多次模型调试的基础上,将老年人活动空间划分成 5 个有序的面积区间,并对所选择的自变量和因变量进行定义与赋值。使用方差膨胀因子(variance

inflation factor, VIF)法对自变量间是否存在多重共线性进行检验。结果显示,所有自变量的方差膨胀因子均小于 5,说明自变量间不存在多重共线性。各类变量的定义与赋值见表 4。

表4 模型变量及赋值  
Table 4 Model variables and the values

| 变量                                  | 定义与赋值                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 年龄                                  | 连续变量, 年龄值                                                                                                                                                    |
| 性别                                  | 1 = 女; 0 = 男                                                                                                                                                 |
| 受教育程度                               | 1 = 大专及以上; 2 = 初高中; 3 = 小学及以下                                                                                                                                |
| 家庭结构                                | 1 = 3代家庭; 2 = 2代家庭; 3 = 退休家庭                                                                                                                                 |
| 家庭年收入                               | 1 = $\geq 10$ 万元; 2 = [5, 10) 万元; 3 = $< 5$ 万元                                                                                                               |
| 交叉口密度 / (个 $\cdot\text{km}^{-2}$ )  | 连续变量, 交叉口密度值                                                                                                                                                 |
| 道路网密度 / (km $\cdot\text{km}^{-2}$ ) | 连续变量, 道路网密度值                                                                                                                                                 |
| 公园密度 / (个 $\cdot\text{km}^{-2}$ )   | 连续变量, 公园密度值                                                                                                                                                  |
| 商场密度 / (个 $\cdot\text{km}^{-2}$ )   | 连续变量, 商场密度值                                                                                                                                                  |
| 到公交站最近距离 / km                       | 连续变量, 到公交站最近的距离值                                                                                                                                             |
| 活动空间面积                              | 1 = [0, 2) km <sup>2</sup> ; 2 = [2, 5) km <sup>2</sup> ; 3 = [5, 10) km <sup>2</sup> ; 4 = [10, 20) km <sup>2</sup> ; 5 = [20, + $\infty$ ) km <sup>2</sup> |

### 3.2 模型结果分析

利用 SPSS22 软件对模型进行检验和估计, 结果如表 5。平行性检验结果显示  $P = 0.799 > 0.05$ , 满足平行性检验假设, 表明序次 logit 模型适用。由系数的显著性检验结果可见, 年龄、性别、家庭年收入、家庭结构、公园密度、商场密度、到公交站最近距离、交叉口密度及道路网密度对老年人活动空间具有显著影响。

在个人属性中, 年龄与老年人的活动空间呈负相关关系, 这是因为随着年龄增长, 老年人的身体状况和生理机能会逐渐下降, 致使老年人出行能力和出行意愿下降。与女性相比, 男性的活动空间更大, 发生比率(odds ratio, OR)为 1.305。这可能由于家庭责任分工不同, 女性会承担更多的家庭活动, 如家庭日常购物和家务等, 而男性则会更多承担接送孩子或休闲娱乐相关的出行<sup>[14]</sup>。

在家庭属性中, 家庭结构和家庭年收入对老年人的活动空间具有显著影响。与退休家庭相比, 2 代家庭和 3 代家庭中老年人的活动空间更小, OR 值均为 0.742, 这可能是由于与成年子女居住的老年人需要分担更多的家务工作。尤其是在 3 代家庭中, 大多数老人需协助子女照顾或接送小孩, 使得

学校和家庭成为他们的日常主要活动点, 从而减少了户外活动的时间和活动范围<sup>[15]</sup>。家庭年收入在 5 ~ 10 万元和 10 万元以上的老年人, 比家庭年收入在 5 万以下老年人的活动空间大的可能性更强, OR 值分别为 1.343 和 1.342, 这可能由于家庭年收入越高的老年人, 可移动能力更强, 出行距离更长, 更倾向于参加相对品质更高的购物和休闲活动, 而这些设施在空间上的分布通常不均匀<sup>[16]</sup>。

建成环境对老年人的活动空间具有显著影响。道路网、交叉口密度与老年人的活动空间呈现负相关关系。道路网、交叉口密度越高, 在一定程度上反映该区域的开发更成熟, 相应的公共服务配套设施也越完善, 从而减少了老年人的出行距离和活动范围。在公共服务设施中, 公园和商场与老年人的休闲和购物活动直接相关。模型结果也显示公园、商场密度与老年人活动空间呈现负相关关系。公园、商场密度越大, 表示公园、商场等公共服务设施的可达性更好, 老年人无需长距离出行就能到达公园并进行购物活动。住址到公交站的最近距离与老年人活动空间呈现负相关关系, 随着到达公交站点距离的增加, 老年人选择乘坐公交的概率会逐渐下降, 进而影响老年人的出行意愿和活动范围。

表5 序次logit模型的估计结果  
Table 5 Estimated results by the ordered logit model

| 变量                   | 组别         | 估计系数                      | 显著性    | 95% 置信区间 |          |
|----------------------|------------|---------------------------|--------|----------|----------|
|                      |            |                           |        | 下限       | 上限       |
| 年龄                   |            | - 0. 020                  | 0. 049 | - 0. 040 | 0. 000   |
| 性别                   | 男          | 0. 266                    | 0. 008 | 0. 070   | 0. 462   |
|                      | 女(参照组)     |                           |        |          |          |
| 受教育程度                | 大专及以上      | 0. 107                    | 0. 571 | - 0. 262 | 0. 475   |
|                      | 初高中        | 0. 044                    | 0. 711 | - 0. 188 | 0. 276   |
|                      | 小学及以下(参照组) |                           |        |          |          |
| 家庭结构                 | 2代家庭       | - 0. 298                  | 0. 008 | - 0. 520 | - 0. 076 |
|                      | 3代家庭       | - 0. 298                  | 0. 094 | - 0. 648 | 0. 051   |
|                      | 退休家庭(参照组)  |                           |        |          |          |
| 家庭年收入 / 万元           | [ 5, 10)   | 0. 295                    | 0. 010 | 0. 072   | 0. 519   |
|                      | ≥ 10       | 0. 294                    | 0. 073 | - 0. 028 | 0. 617   |
|                      | < 5(参照组)   |                           |        |          |          |
| 交叉口密度                |            | - 0. 048                  | 0. 006 | - 0. 083 | - 0. 014 |
| 道路网密度                |            | - 0. 041                  | 0. 048 | - 0. 081 | 0. 000   |
| 公园密度                 |            | - 0. 086                  | 0. 030 | - 0. 163 | - 0. 009 |
| 商场密度                 |            | - 0. 020                  | 0. 023 | - 0. 037 | - 0. 003 |
| 到公交站最近距离             |            | - 0. 711                  | 0. 026 | - 1. 335 | - 0. 087 |
| 活动空间面积 <sup>1)</sup> | 1          | - 2. 409                  | 0. 000 | - 3. 764 | - 1. 054 |
|                      | 2          | - 1. 682                  | 0. 015 | - 3. 034 | - 0. 330 |
|                      | 3          | - 1. 037                  | 0. 132 | - 2. 388 | 0. 313   |
|                      | 4          | - 0. 269                  | 0. 697 | - 1. 619 | 1. 082   |
| 平行性检验                |            | 卡方值 = 31. 463, P = 0. 799 |        |          |          |

<sup>1)</sup> 活动空间面积赋值参照表4.

结 语

基于2016年昆明市居民出行调查数据和建成环境数据,对老年人活动空间进行实证研究.结果表明,老年人的平均活动空间面积为13.90 km<sup>2</sup>.大多数老年人的活动空间面积较小,56.9%的老年人活动空间在5 km<sup>2</sup>以内,但仍有16.1%的老年人活动空间在20 km<sup>2</sup>以上.同时分析了不同群体老年人活动空间的分布特征和群体性差异.基于序次logit模型探究社会经济-人口属性和建成环境对老年人活动空间的影响,发现年龄、性别、家庭年收入、家庭结构、公园密度、商场密度、到公交站最近距离、交叉口密度及道路网密度对老年人活动空

间具有显著影响.

研究所得到的老年人活动空间的群体性差异特征以及涉及个人、家庭属性和建成环境等方面的显著影响因素,有助于相关部门采取针对性对策,更好满足老年人的出行-活动需求.在公共服务设施供给和交通服务方面,应重视社区公共服务设施(如休闲设施、商场等)的多样性和配套,使老年人能够在较近的空间和区域内满足相关活动需求.同时也应重视交通便利性,尤其公交站点可达性,为部分有长距离出行需求和活动空间范围大的老年人提供交通保障.

受到数据获取的限制,本研究对活动空间的测度使用的是1 d出行数据,存在一定局限性.后续研究应进一步采用多源数据融合(如全球定位系统

数据及手机信令数据等), 尤其是纵向数据对活动空间进行更准确的刻画. 同时, 也应进一步探究老年人身体健康状况及是否有家人陪同出行等因素对活动空间的影响.

基金项目: 云南省基础研究计划资助项目(202001AT070030)

作者简介: 何民(1972—), 昆明理工大学教授、博士生导师. 研究方向: 出行决策行为. E-mail: hmebox@163.com

引文: 何民, 曹昆, 何明卫, 等. 老年人活动空间的测度及影响因素——以昆明市为例[J]. 深圳大学学报理工版, 2023, 40(2): 188-194.

### 参考文献 / References:

- [ 1 ] 宁吉喆. 第七次全国人口普查主要数据情况[J]. 中国统计, 2021(5): 4-5.  
NING Jizhe. Main data of the seventh national census [J]. China Statistics, 2021(5): 4-5. (in Chinese)
- [ 2 ] 张政, 毛保华, 刘明君, 等. 北京老年人出行行为特征分析[J]. 交通运输系统工程与信息, 2007, 7(6): 15-24.  
ZHANG Zheng, MAO Baohua, LIU Mingjun, et al. An analysis of travel patterns of the elders in Beijing [J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2007, 7(6): 15-24. (in Chinese)
- [ 3 ] CHENG Long, DE VOS J, SHI Kunbo, et al. Do residential location effects on travel behavior differ between the elderly and younger adults? [J]. Transportation Research Part D, 2019, 73: 367-380.
- [ 4 ] 塔娜, 柴彦威. 北京市郊区居民汽车拥有和使用状况与活动空间的关系[J]. 地理研究, 2015, 34(6): 1149-1159.  
TA Na, CHAI Yanwei. Car ownership, car use and activity space in suburban Beijing: an analysis based on GPS activity survey [J]. Geographical Research, 2015, 34(6): 1149-1159. (in Chinese)
- [ 5 ] TAO Sui, HE S Y, KWAN M P, et al. Does low income translate into lower mobility? An investigation of activity space in Hong Kong between 2002 and 2011 [J]. Journal of Transport Geography, 2020, 82: 102583.
- [ 6 ] ZHANG Shanqi, YANG Yu, ZHEN Feng, et al. Understanding the travel behaviors and activity patterns of the vulnerable population using smart card data: An activity space-based approach [J]. Journal of Transport Geography, 2021, 90: 102938.
- [ 7 ] SCHÖNFELDER S, AXHAUSEN K W. Activity spaces: measures of social exclusion? [J]. Transport Policy, 2003, 10(4): 273-286.
- [ 8 ] BRETT P, LINA E, FABIAN H, et al. Activity space, office space: measuring the spatial movement of office workers [J]. Applied Ergonomics, 2022, 98: 1-10.
- [ 9 ] RIOVÁ K. Questioning gender stereotypes: a case study of adolescents walking activity space in a small central European city [J]. Journal of Transport Geography, 2021, 91: 1-7.
- [ 10 ] 塔娜, 柴彦威. 基于收入群体差异的北京典型郊区低收入居民的行为空间困境[J]. 地理学报, 2017, 72(10): 1776-1786.  
TA Na, CHAI Yanwei. Spatial dilemma of suburban low-income residents: an analysis of behavior space among different income group [J]. Journal of Geographical Sciences, 2017, 72(10): 1776-1786. (in Chinese)
- [ 11 ] 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 [J]. Journal of Geographical Sciences, 2013, 68(4): 506-516. (in Chinese)
- [ 12 ] LEFEVER D W. Measuring geographic concentration by means of the standard deviational ellipse [J]. American Journal of Sociology, 1926, 32(1): 88-94.
- [ 13 ] LIU Xing. Ordinal regression analysis: fitting the proportional odds model using Stata, SAS and SPSS [J]. Journal of Modern Applied Statistical Methods, 2009, 8(2): 632-642.
- [ 14 ] 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.  
FENG Jianxi, YANG Zhenshan. Factors influencing travel behavior urban elderly people in Nanjing [J]. Progress in Geography, 2015, 34(12): 1598-1608. (in Chinese)
- [ 15 ] FENG J X, DIJST M, WISSINK B, et al. The impacts of household structure on the travel behavior of seniors and young parents in China [J]. Journal of Transport Geography, 2013, 30: 117-126.
- [ 16 ] FENG J X. The influence of built environment on travel behavior of the elderly in urban China [J]. Transportation Research Part D, 2017, 52: 619-633.

【中文责编: 方圆; 英文责编: 淡紫】