

# Research on the Spatial Distribution Characteristics and Accessibility of Elderly Care Facilities in Chaoyang District, Beijing Based on Two-step Mobile Search Method

Jiaxiang Ge

Beijing University of Technology, Beijing, 100000, China

## Abstract

Population ageing is a global issue, especially in China. As the core area of the capital, Chaoyang District of Beijing has an aging population, which puts forward higher requirements for the distribution and accessibility of elderly care facilities. The reasonable layout and efficient services of elderly care facilities are crucial for the quality of life of the elderly. The uneven distribution of elderly care facilities affects the lives of the elderly and poses challenges to urban management. In this study, the two-step mobile search method (2SFCA) was used to analyze the spatial accessibility of elderly care facilities in Chaoyang District, and the accessibility of facilities was evaluated by considering the spatial relationship between service providers and demanders. This method can provide a scientific basis for the planning of elderly care facilities, help policymakers optimize the layout, improve the well-being of the elderly, and promote the harmonious development of society.

## Keywords

elderly care facilities; accessibility; two-step mobile search method

## 基于两步移动搜索法的北京市朝阳区养老设施机构空间分布特征及可达性研究

葛嘉翔

北京工业大学, 中国·北京 100000

## 摘要

人口老龄化是全球性问题, 中国尤其突出。北京市朝阳区作为首都核心区, 人口老龄化加剧, 对养老设施的分布和可达性提出更高要求。养老设施的合理布局 and 高效服务对老年人生活质量至关重要, 养老设施分布不均, 影响老年人生活, 也给城市管理带来挑战。本研究采用两步移动搜索法(2SFCA)分析朝阳区养老设施的空间可达性, 考虑服务提供者与需求者的空间关系, 评估设施可达性。该方法可以为养老设施规划提供科学依据, 帮助政策制定者优化布局, 提升老年人福祉, 促进社会和谐发展。

## 关键词

养老设施; 可达性; 两步移动搜索法

## 1 引言

### 1.1 研究背景

在中国, 随着经济的快速发展和社会的深刻变革, 人口老龄化问题日益凸显。根据统计数据, 截至 2022 年底, 中国 60 岁以上老年人口已超过 2.8 亿人, 占总人口的 19.8%, 全国 65 岁及以上老年人达 2.1 亿人, 占总人口的 14.9%, 是世界上人口老龄化最为严重的国家。预计在未来几十年中, 中国的老年人口数量和比例持续增长的趋势将继续保持。

北京市朝阳区, 作为中国首都的重要组成部分, 经济发展水平较高, 人口结构也呈现出老龄化的特征。随着城市化进程的加快, 朝阳区的人口密度和老龄化程度都在不断增加, 这使得养老设施的需求日益迫切。然而, 养老设施的建设 and 布局往往滞后于人口老龄化的步伐, 导致供需矛盾日益突出。

在这样的背景下, 研究养老设施的空间可达性, 对于理解和应对人口老龄化带来的挑战具有重要意义, 合理可达性可以更好地满足老年人的养老需求, 提高他们的生活质量, 促进社会的和谐稳定。

### 1.2 研究意义

本研究聚焦于北京市朝阳区养老设施的空间分布及其

【作者简介】葛嘉翔(1998-), 男, 中国上海人, 在读硕士, 从事大数据应用与服务研究。

可达性,探讨其对经济发展和社会福祉的影响。随着人口老龄化的加剧,合理的养老设施布局对应对挑战至关重要。通过深入分析,研究旨在为政府提供决策支持,优化养老资源配置,缓解养老压力,提升老年人的生活质量,支持经济的可持续发展。

老年人福祉的提高直接关联社会和谐与稳定。研究关注养老设施服务的不足,旨在通过科学方法揭示问题,为改善老年人生活环境提供依据。成果将促进老年人社会参与度和生活满意度的提升,增强幸福感和安全感,推动社会福祉的整体提升。

总体而言,研究对解决北京市养老设施可达性问题具有现实意义,对推动经济发展和社会福利提升具有深远影响。

## 2 研究方法

### 2.1 研究区域和对象

朝阳区是北京市人口最多的区,面积 470.8km<sup>2</sup>,常住人口 344.6 万,全国人口排名第 6。根据《2022 年北京市老龄事业发展概况》,朝阳区户籍老年人口和高龄老年人口数量均居北京市首位,分别为 69.8 万和 13.5 万,高龄老年人口占比 6.2%,因此,研究朝阳区的养老机构具有典型意义。

研究以小区为最小空间尺度,养老设施包括养老院、敬老院、护养院、福利院等,按床位数分为小型(100 张以下)、中型(100~300 张)和大型(超过 300 张)三类,以理解其服务能力和规模。小型设施规模小,服务集中,提供个性化服务;中型设施服务规模和能力介于小型和大型之间,服务质量和关注度较高;大型设施规模大,设施完善,提供全方位服务。

### 2.2 数据来源和处理

为了全面分析北京市朝阳区养老设施的空间分布特征及其可达性,本研究收集并整合了以下几类数据:

居住小区数据:数据来源于链家网(<https://tj.lianjia.com/>),通过该网站的公开信息,我们核实并收集了朝阳区范围内共计 1531 个居住小区的相关数据。这些数据准确地反映了小区的地理位置及人口数量,可以有效地反映养老设施需求者的空间分布。

养老设施数据:养老设施的数据通过养老网截至 2023 年 10 月 24 日,通过对养老网站(<http://www.yanglao.com.cn/>)的数据爬取,本研究成功纳入了 157 所养老设施的详细信息,如图 1 所示。这些养老设施分布在不同的区域,形成了西南部小型且密集、东北部大型且分散的空间特征。在这 157 所养老机构中,小型养老设施数量最多,达到 86 家,占比 54.78%;中型养老设施有 41 家,占比 26.11%;而大型养老设施则有 30 家,占比 19.18%。特别是朝阳区西南部靠近城市中心的区域,养老设施多为小型且分布较为集中,而东北部则以中型养老设施为主,分布较为分散。整体来看,

大型养老设施在全区范围内的分布相对均匀。

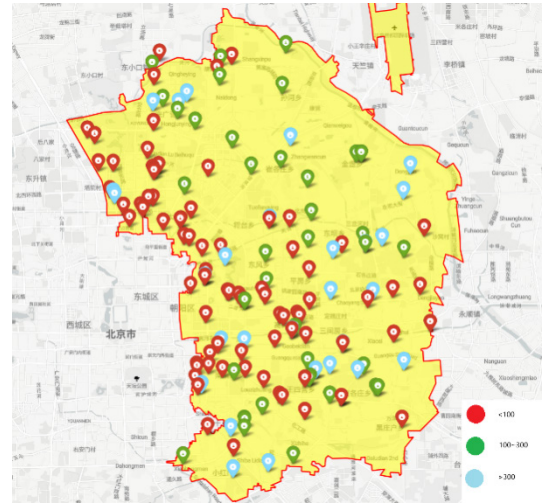


图 1 北京市朝阳区养老设施分布情况

老年人口数据:老年人口数据的获取基于 2020 年第七次全国人口普查结果。通过分析平均家庭人口、各区 60 岁以上老人比例以及小区户数等数据,计算得出了各小区的老年人口数量。

距离数据:距离数据由坐标点通过球面余弦定理计算,地球半径取 6371km,带入养老设施坐标点及小区坐标点进而计算出两者间的直线距离。

以上数据的综合分析,将有助于揭示北京市朝阳区养老设施的空间分布特征和可达性问题,为养老设施的规划和管理提供科学依据<sup>[1]</sup>。

### 2.3 两步移动搜索法

在本研究中,我们采用了两步移动搜索法来评估养老设施的空间可达性。两步移动搜索法是一种评估地理空间中服务设施可达性的方法,该方法通过模拟服务提供者和服务需求者之间的空间关系,来评估特定区域内服务的覆盖范围和可达性,具有很好的灵活性与综合性。该方法的核心思想是将服务设施的供给能力和服务需求点的需求量结合起来,通过两个步骤来评估服务的可达性,其基本表达式如下所示:

$$A_i^F = \sum_{j \in (d_{ij} \leq d_0)} R_j = \sum_{j \in (d_{ij} \leq d_0)} \left\{ \frac{S_j}{\sum_{k \in \{d_{kj} \leq d_0\}} D_k} \right\}$$

其中, $i$ 为需求点即居民小区; $j$ 为供给点即养老设施; $A_i^F$ 为根据两步移动搜索法计算得到需求点 $i$ 的养老设施可达性; $S_j$ 为设施点 $j$ 的供给值,通常用床位数表示; $d_{ij}$ 为居民小区 $i$ 和养老设施点 $j$ 间的距离; $d_0$ 为搜索半径; $D_k$ 为搜索半径内的 $k$ 小区老年人口数; $R_j$ 为养老设施点 $j$ 的设施规模与搜索半径 $d_0$ 内所服务的老年人口的比。

为考虑距离衰减效应所引起的服务能力显著下降的问题,使计算结果更为符合实际情况,引入了高斯函数作为距离衰减函数,更加精准地表达公共设施供给量随着与人口重

心的距离增加而降低的特征。

在第一步中，以每个养老设施机构为供给点，以搜索距离阈值建立搜索域，搜索距离阈值范围内的小区中心，汇总搜索域内的人口数量，计算供需比  $R_j$ ：

$$R_j = \frac{M_j}{\sum_{k \in \{d_{kj} \leq d_0\}} G(d_{kj}, d_0) \times P_k}$$

其中， $M_j$  为养老设施  $j$  的综合供给能力； $d_{kj}$  为居民点  $k$  到养老设施  $j$  的出行成本，用最短出行时间衡量； $P_k$  为搜索范围内居民点  $k$  的设施需求规模，用老年人口数量衡量； $d_0$  为搜索阈值。 $G(d_{kj}, d_0)$  是考虑距离衰减效应的高斯函数，计算公式如下式所示：

$$G(d_{kj}, d_0) = \begin{cases} e^{-\frac{1}{2} \times \frac{d_{kj}}{d_0}} - e^{-\frac{1}{2}} & (d_{kj} \leq d_0) \\ 1 - e^{-\frac{1}{2}} & (d_{kj} > d_0) \\ 0 & (d_{kj} \geq d_0) \end{cases}$$

在第二步中，对于每一个小区点  $i$ ，搜索所有以  $i$  为中心、 $d_0$  为阈值范围内的养老设施  $j$ ，同样对每个养老设施的供需比  $R_j$  通过高斯函数衰减计算并求和，最终得到每个小区点  $i$  的可达性指数  $A_i$ ，如下式所示：

$$A_i = \sum_{j \in \{d_{ij} \leq d_0\}} G(d_{ij}, d_0) \times R_j$$

其中， $R_j$  为阈值范围内养老设施  $j$  的供需比； $d_{ij}$  为小区点  $i$  与养老设施  $j$  之间的最短出行时间； $A_i$  为小区点  $i$  的养老设施可达性得分， $A_i$  越大，则表明小区  $i$  的可达性越好。

### 3 养老设施的可达性分析

本研究基于两步移动搜索法 (2SFCA) 对北京市朝阳区养老设施的可达性进行了定量分析。2SFCA 方法通过考虑服务提供者 (养老设施) 与服务需求者 (老年人口) 之间的空间关系，评估了养老设施的覆盖范围和服务质量。通过该方法的得分指标作为衡量养老设施可达性的关键指标，反映了小区或居民点的老年人口对养老设施的可达程度。

#### 3.1 单一有效服务半径

结合朝阳区养老院规模，根据已有研究，本研究采用 2.5km 作为养老设施的有效服务半径，根据公式，计算得到 2.5km 内单一有效服务半径下各个小区可达的养老设施床位数，进而得到老人可达床位数作为可达性指标。

根据可达性指标的计算结果，我们发现单一有效服务半径下朝阳区养老设施的可达性呈现出显著的空间异质性。一些区域如西南部，养老设施的分布较为密集，可达性指标值较高，表明这些地区的老年人口能够较为方便地获得养老服务。相反，在东北部、南部等地区，养老设施相对较少，可达性指标值较低，这些区域的老年人可能面临较大的服务获取障碍<sup>[2]</sup>。

#### 3.2 按规模区分有效服务半径

根据《北京市养老设施专项规划》提出了“大型机构为引领，中型机构为主体，小型机构为补充”的发展模式，将养老设施分为大型、中型、小型 3 个等级。参照已有研究，将 3 个等级的有效服务半径依次设定为 5km、2.5km、1km。根据公式，计算得到小区老人可达床位数。

在分 3 个等级有效服务半径的情景下，可达性的分布与单一有效服务半径情景具有相似性，依然呈现出明显的西部优于东北、东南部的趋势，养老设施可达性的空间分布依然很不均衡，如图 2 所示。

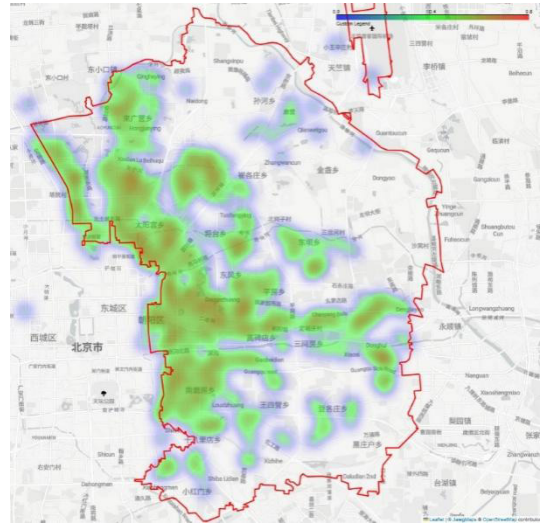


图 2 3 级服务半径下养老服务可得性热力图

### 4 对比分析

比较上述两种情景的分析结果可以发现，分 3 级有效服务半径与单一有效服务半径相比，靠近城区的养老设施空间可达性有所降低，而近郊和远郊地区的大部分区域的可达性有所提高。可达性降低的区域主要集中在中心城区以及西北和东北部，其他大多数区域的可达性均有增强，尤其是南部地区可达性普遍得到了提高。

养老设施的空间分布正呈现出集中化的特点。养老设施的集中分布区具有经济较为发达、交通条件便捷和发展较早等特点，从而形成机构养老中心，面向全区范围的老年人服务。照养老设施规模设定有效服务半径的方法进行分析，规模较大的养老设施的服务范围增大，导致其邻近区域的可达性降低，这样的评价方法更加符合老年人口对养老设施服务的使用行为，更为有效<sup>[3]</sup>。

### 5 讨论

通过对 3 级有效服务半径情景下的养老设施的可达性分布进行分析，发现朝阳区养老设施的可达性分布现状较不均衡。西部地区的可达性明显优于东北、东南部地区。这说明朝阳目前养老设施的空间配置主要集中在靠近市中心的

西部区域及东部主干道。

西部养老设施分布较多，但是老年人口的规模很大，对养老设施的需求量也大。即便已有大量养老设施，但是在当前的养老设施空间配置的状况下，养老设施可达性依然不足，平均老人可达床位数较低，距离《北京市养老服务专项规划（2021—2035年）》提出的2025年平均千名老人7个养老床位的目标尚存在一定的差距。

东北、东南部地区的养老设施可达性普遍较低，主要原因是东北、东南地区的老年人口较多，需求规模较大，然而建设较西部地区较晚，养老设施规模虽大但数量少。但是该地区的养老设施可达性较为均匀，建议较为分散地增加小型养老设施的供给，以提升可达性。

## 6 总结和展望

本研究通过改进2SFCA模型，建立了养老设施可达性评价模型，分析了朝阳区养老设施的空间可达性。研究测算了2.5km单一服务半径和按养老设施规模划分的3级服务半径下，朝阳区各乡镇街道的养老设施可达性，并进行了对比分析。结果表明，按设施规模区分服务半径的模型更适合评

价朝阳区养老设施的可达性。通过将小区可达养老床位的评价结果与规划目标比较，得出了各小区可达养老床位情况，为北京市养老设施规划提供了科学依据。

研究存在的不足包括：①在养老设施有效服务半径的选取上，本研究参照既有研究，采取了2.5km单一服务半径，并按设施规模分为3级。后续研究将进行敏感性分析，测算不同服务半径下的可达性结果，考察半径设定对可达性结果的影响，以提供更科学的规划依据。②关于供给能力衰减的判定，本文仅使用直线距离来确定，后续研究将考虑不同道路、不同时间的车流、人流情况，更准确地计算供给能力的衰减，得到更准确的可得性指标。

## 参考文献

- [1] 谭万丽,赵媛,鄢继尧.基于两步移动搜索法的成都市托育机构空间分布特征及可达性研究[J].南京师大学报(自然科学版),2024,47(1):30-39.
- [2] 刘邦宇,邱宁,张天浩.社会阶层分异视角下养老设施供需匹配研究——以天津市中心城区为例[J].南方建筑,2023(10):1-10.
- [3] 陶卓霖,程杨,戴特奇.北京市养老设施空间可达性评价[J].地理科学进展,2014,33(5):616-624.