

DOI: 10.13791/j.cnki.hsfwest.20230205

黄晓然, 公丕欣, 张勃. 上海市养老助餐设施匹配以及空间分布研究[J]. 西部人居环境学刊, 2023, 38(2): 30-37.

HUANG X R, GONG P X, ZHANG B. Research on the Matching and Spatial Distribution of Meal-Aid Service for the Elderly in Shanghai[J]. Journal of Human Settlements in West China, 2023, 38(2): 30-37.

# 上海市养老助餐设施匹配以及空间分布研究\*

## Research on the Matching and Spatial Distribution of Meal-Aid Service for the Elderly in Shanghai

黄晓然 公丕欣 张勃 HUANG Xiaoran, GONG Pixin, ZHANG Bo

**摘要:** 目前, 社区居家养老模式承担着主要的养老服务职责。作为该模式的重要组成部分, 助餐设施的空间分布与老年人口需求是否相匹配, 事关老年人能否享受到便捷价廉的用餐服务。当前我国关于养老助餐的研究较少, 尤其是关注养老助餐设施与老年人口匹配程度的研究仍然存在一定程度的空缺。本文拟解决的科学问题在于: 基于生活圈尺度视角, 研究上海市助餐设施的服务能力与老年人口现实需求匹配程度, 划定分割标准进行助餐可达性评价, 并且计算各小区目前的助餐设施缺失数量。基于以上研究问题, 本研究使用高斯两步移动搜索法, 分别对9种不同时间阈值的研究单元, 计算助餐设施数量与老年人口的匹配程度, 同时对单元尺度进行敏感性分析和适宜性评价。对于可达性计算数值, 进行描述统计、精准划定、多行政层级集计以及空间集聚模式分析。研究发现, 上海市各小区的助餐服务的建设极不均衡, 助餐服

务与老年人口的适配体现出空间分异的特点: 呈现高值分布的小区主要集中在嘉定区附近, 而低值分布主要以中心区为主; 在不同空间作用域的阈值设定下, 有部分小区会受到较大影响, 主要分布在城市边缘区域, 而中心区受影响较小。本研究从社区尺度出发, 立足于在地养老的助餐服务问题, 揭示了上海市小区生活圈内助餐设施分布的不均衡问题, 为完善社区助餐服务、维护社会公平提供了重要的依据, 也为相关公共资源分配的定量研究提供了可借鉴的范式。

**关键词:** 养老助餐; 两步移动搜索; 空间自相关; 可达性; 生活圈

**Abstract:** At present, the community-based home care model bears the main responsibility for elderly care services. The distribution of meal service facilities, as an important part of this model, matching the needs of the elderly population is crucial for seniors to enjoy convenient and affordable dining services. However, related research is still limited in China, particularly in terms of the matching degree between meal service facilities and the elderly population. This study aims to resolve the following scientific problems: from a life circle scale perspective, whether the capacity of the meal service facilities matches the actual needs of the senior population in Shanghai; how to define the segmentation criteria for evaluating meal service accessibility levels, and how to calculate the current meal service facility deficiencies in each community. Using the Gaussian two-step floating search method, we calculated the matching degree between meal service facilities and the elderly population for nine research units with different time thresholds. We also conducted sensitivity analysis and suitability evaluation for different research unit scales. For accessibility calculation values, descriptive statistics, accurate delimitation, multi-administrative level aggregation, and spatial agglomeration analysis are carried out. The study reveals that: there is spatial differentiation in the accessibility distribution of elderly meal assistance facilities in Shanghai. Elderly meal assistance facilities in residential areas located at the city's periphery have relatively better accessibility, while those in the city center have lower accessibility values. Even when the research unit scale is expanded, many residential areas still have poor accessibility to meal assistance facilities; after comparing nine research unit scales, we found that a time threshold of 40 minutes for evaluating meal assistance accessibility is less affected and more suitable than using a 15-minute life circle threshold; although the number of meal assistance facilities constructed in Shanghai is generally high, deficiencies still exist in the effective numbers within the life circle. According to three designated dividing lines, most residential areas fall below the meal assistance accessibility standard. Based on the backward calculation of the deficiency quantity of facilities within a 15-minute life circle for each residential area, it is found that to meet the accessibility standard line, each residential area needs to supplement 2-14 meal assistance facilities (upper and lower quartiles) with a maximum of 20 facilities. Overall, the discrepancy in the required number of supplementary facilities across residential areas is approximately 5.79. In terms of distribution, the shortage of meal assistance facilities is more severe in Puxi District Seven, especially in the east side near the Huangpu River. Other surrounding areas require fewer supplementary facilities under each level of dividing lines; as the research unit scale changes, communities that are less affected mainly concentrate in the city center area but exhibit low levels of stability and resilience, while those that are more affected are mainly distributed in Jiading District; based on the aggregation of accessibility in three administrative levels, when the calculation results

中图分类号 TU984.12

文献标识码 B

文章编号 2095-6304 (2023) 02-05-08

\*国家自然科学基金青年基金项目(52208039); 国家重点研发计划“科技冬奥”重点专项(2020YFF0304900); 北京市教育委员会科学研究计划资助项目(KM202210009008)

### 作者简介

黄晓然 (通讯作者): 北方工业大学建筑与艺术学院, 讲师, xiaoran.huang@ncut.edu.cn

公丕欣: 北方工业大学建筑与艺术学院, 硕士研究生

张勃: 北方工业大学建筑与艺术学院, 教授

are aggregated and analyzed at different administrative district scales, the regional differences are erased as the administrative unit expands. compared with the guidance policy of Shanghai's elderly care service plan, which is formulated by county and district as a unit, the calculation results of this study can identify regions more thoroughly and in greater detail; from the perspective of spatial agglomeration, areas with high accessibility values mainly concentrate in Jiading District, while areas with low values mostly are located in the city center and Qingpu District. Overall, the northwest area performs better than other regions, showing a situation of stronger west and weaker east. Residential areas exhibiting low-low agglomeration of accessibility values are mainly concentrated within the second ring road of Shanghai, while those displaying high-high agglomeration mainly concentrate in Jiading District. The area at the juncture of the southern part of Xuhui District and Minhang District becomes an abnormal area exhibiting low-value agglomeration, and over a hundred residential areas in this region exhibit a high-value agglomeration distribution. Expanding the research unit scale does not significantly affect the current agglomeration status. From a community perspective, this study reveals the uneven distribution meal service facilities in Shanghai's communities, providing important evidence for improving community-based home care and maintaining social equity. It also provides a paradigm for quantitative research on the distribution of relevant public resources.

**Keywords:** Catering Service for the Elderly; Two-Step Floating Catchment Area Method; Spatial Autocorrelation; Accessibility; Life Circle

## 0 引言

我国老龄化问题日趋严重,据国家统计局发布数据显示,截至2021年底,我国65周岁及以上人口超过2亿,占人口总数14.2%,标志着我国已进入老龄社会。总体来看,目前我国存在着老年人口基数大,老龄化进程加快,老年抚养系数攀升等问题<sup>[1-2]</sup>。同时,由于第二代婴儿潮人口老龄化和家庭结构小型化等原因<sup>[3-4]</sup>,老龄化问题会更加严峻。为了应对日益严重的老龄化问题,各级政府制定了“家庭养老为基础,社区养老为依托,机构养老为支撑”的养老服务体系,并以此衍生出了“9073”或者“9064”两种养老目标。目前,以居家养老和社区养老相结合的社区居家养老模式在实践中逐渐凸显出优势<sup>[5]</sup>,被各个国家作为主要的养老模式<sup>[6-9]</sup>。

依托社区资源的在地养老模式,十分依赖于完善的养老助餐服务体系。老年人对养老助餐服务的需求较高<sup>[10]</sup>,日常生活中餐饮照料是社区居家养老的老年人面临的最频繁和最关键的问题之一。据全国老龄办2014年的调研数据显示,42.2%的老年人对老年助餐服务有需求,尤其是高龄或者空巢老人<sup>①</sup>。建立完善的养老助餐服务体系,不仅可以解决老人无力做饭的现实问题,也能减轻小型化家庭的照料负担。国外的社区居家养老模式已经建立了比较完备的养老助餐服务,例如美国、日本、澳大利亚<sup>[11-13]</sup>等等。相对而言,我国养老助餐服务体系的建设较晚。自21世纪以来,各地政府在养老助餐服务的建设方面持续发力,例如,杭州市西湖区翠苑一区试点于2003年成立社区老年食堂,之后引发了杭州市各社区的效仿;北京于2021年上半年,已发展到967家养老助餐点;上海提出将于2022年新增200个社区老年助餐服务场所,计划超过1 600个养老助餐点。

## 1 关于养老助餐服务的文献综述

### 1.1 养老助餐服务的需求意愿

随着年龄增长和身体机能下降,老年人对助餐服务的依赖日益增强。相比于其他的服务,养老助餐服务是社区居家养老服务体系中最关键的项目类型<sup>[14]</sup>。有调研研究发现老年人对养老助餐服务的需求强烈<sup>[15-17]</sup>,高龄、空巢以及失能老人对养老助餐的需求较高。林文洁等<sup>[18]</sup>发现空巢型老人对社区助餐服务显示出更强的需求意愿。刘颂<sup>[19]</sup>采用问卷调查方式进行助餐服务满意度的调查,发现空巢、独居、女

性、高龄、失能老人为主要依赖人群。

老人对养老助餐服务意愿和满意度影响因素的研究也受到了学者关注。章晓懿和梅强<sup>[14]</sup>发现,个体特征、经济状况和生活方式等都会影响到老年人对社区养老服务内容的期望,进而影响到对社区居家养老服务质量的感知。鲍重建<sup>[20]</sup>构建了养老助餐服务模型,对养老助餐服务满意度的影响因素进行了研究,其研究发现老年人对助餐服务的移情性和可靠性最为关注。有研究发现,经济状况差异会影响老年人对助餐的选择意愿<sup>[14]</sup>。陈玮婷<sup>[21]</sup>在对上海市的甘泉社区进行调研之后,提出应该探索多样化的助餐经营模式,以满足老年人的多样化的就餐需求。

### 1.2 养老助餐服务设施的空间分布研究

养老助餐空间分布的均衡性,关乎老年人是否能同等潜在机会获取助餐服务,事关社会公平和城市和谐发展。传统养老助餐设施空间分布的研究,通常是借助小样本的调研问卷或者实地访谈的方式进行研究。例如,许秀娟<sup>[22]</sup>以广州市既有社区“养老餐桌”为研究对象,选取12个典型社区进行实地调研,对其空间布局进行研究。高苗<sup>[23]</sup>以上海市长宁区为例,选取老年助餐服务设施作为案调研对象,通过问卷访谈和实地调研的方式收集数据,对区域内养老助餐服务建设进行了实证研究。但是,这些小尺度的街区研究或者是依托传统调研问卷方式的小样本研究,不足以定量揭示城市整体养老助餐服务的现状问题,研究结论也因小样本的限制不具备扩展性。

依据多源数据和定量分析技术的助餐服务研究也涌现出来。例如杨鑫等<sup>[24]</sup>学者对北京八角社区“食物源”的影响权重、空间分布、服务半径和可达性等问题展开研究,建立了社区的“食物地图”,虽然该研究不是针对老年人群,但是对于健康社区以及社区生活服务的研究提供了有益的视角;周尚意等<sup>[25]</sup>以北京市西城区新街口街道的老年餐桌为研究对象,结合GIS技术和多种物流算法,探究老年餐配送系统在时间及成本限制下的最优送餐路线,为完善老年餐桌经营方案提供了一种思路。石元伍<sup>[26]</sup>从“可及性”的五个维度,构建了养老助餐服务的评价体系,对嵌入式助餐服务满意度进行了综合评价。邓婷鹤等<sup>[27]</sup>采用DEA的方法测算了北京市的73家养老机构的助餐服务效率,并且通过回归分析识别了养老助餐服务效率的影响因素,研究发现半数以上养老助餐服务的综合效率还需进一步提高。

但是以上研究只考虑养老助餐设施的空间分布,现实中的养老

助餐设施与老年人口是否相匹配,才是养老资源分布均衡性的评估关键。高苗<sup>[23]</sup>通过实例研究总结了上海市助餐点建设存在供需不匹配的的现实问题;陈洪涛<sup>[28]</sup>认为,现阶段养老供给仍难以满足需求,供需不均衡现象严重。然而如何在细粒度尺度空间上确定供需差异性成为了深入研究的关键问题,目前两步移动搜索法可以基于细粒度空间尺度对搜索域内的设施供需均衡性进行测度。基于此,万浴等<sup>[29]</sup>学者,以养老助餐设施为研究对象,使用高斯两步移动搜索法测度了养老助餐设施空间可达性,并建立多维度养老助餐设施综合评价模型;黄晓然等<sup>[30]</sup>使用两步移动搜索法,对包括助餐设施在内的多种养老设施,进行了小区尺度的空间可达性的研究,并对养老设施可达性的多种影响因素进行了探讨<sup>[31]</sup>。

### 1.3 文献总结和评述

通过对相关文献进行总结,可以归纳为如下三个方面。

第一,就研究对象而言,养老助餐服务的关注力度,媒体大于学术界。目前有关养老服务的文献繁多,但专注于养老助餐服务的研究较少。目前针对养老助餐服务的研究多为关注助餐企业运营发展、助餐需求意愿、助餐现状解读等方面,而有关于养老助餐空间分布的研究较少。

第二,就研究方法而言,目前研究以定性研究为主,多在理论层面进行探讨。总体来说,研究存在方法单一以及实证分析不足等问题。基于两步移动搜索法为基础的公共设施可达性计算方法体系已经臻与成熟,同时,基于研究需求的计算公式也得到了多维度的扩展改进,因此该方法可以有效从供需两端对公共设施资源的空间分布进行研究。

第三,就研究内容而言,目前有关设施空间分布均衡性和供需匹配的文章,多见于机构养老设施的研究,而对社区居家养老服务的研究明显不足,尤其是养老助餐设施分布的研究仍然欠缺。另一方面,对于城市公共资源分布现状的评价,缺乏与政策紧密相关的评价标准,难以在城市层面按照统一标准进行统筹评价。

## 2 研究框架和数据来源

### 2.1 研究框架

依托调研数据的传统小样本研究或者基于规划视角的大规模城市测度,难以同时实现满足大规模和精细化测度的需求。而目前的开源数据在一定程度上提供了解决途径,依托城市开源数据的研究成为城市公共资源定量研究的重要方式。

基于此,本文以上海市为研究案例,聚焦社区老年人的养老助餐问题,既关注社区老年人的生活需要,也关注城市总体层面资源分配的均衡比较。研究路线如下:第一步,编写爬虫程序从上海市养老服务平台获取养老助餐场所数据、从房天下网站爬取小区空间位置数据、从Mapbox网站获取步行圈数据、从WorldPop网站获取老年人口栅格数据、从政府网站获取第七次人口普查统计数据;第二步,使用高斯两步移动搜索算法,使用基于交通路网的行走距离的、以5 min为间隔、5~45 min内的9种时间成本的出行圈范围作为研究单元,分别计算

全上海范围内小区助餐可达性;第三步,基于可达性的计算结果,进行统计分析、低值小区精准识别、多层次划定以及助餐设施缺失量计算;第四步,借助莫兰指数对可达性数值进行空间自相关的研究,识别出不同研究单元尺度下基于可达性数值的社区聚类,并且精准定位需要改进的区域。

### 2.2 研究区域

上海市是我国最早进入老龄化的城市,也是目前老龄化程度最严重的城市之一,据统计,目前65周岁及以上的老年人口占比16.3%。为应对老龄人口的赡养问题,上海市逐步推进了养老助餐服务体系的建设。学者章晓懿总结其发展经历了两个阶段:2008—2018年,关注在15 min生活圈吃到价格实惠的餐食;2019年至今,关注膳食均衡<sup>②</sup>。截至目前为止,上海市现有老年助餐场所(包括助餐点和长者食堂)共1 722个,并且将“新增200个社区老年助餐服务场所”列入2022年上海市为民办实事项目。本研究选择上海为研究区域,从城市整体层面测度各小区助餐服务的可达性,并对其分布的均衡状态进行研究。

### 2.3 数据来源

本研究所用数据主要来源于网络,使用Python编写爬虫程序爬取网络开源数据,主要包括以下几类:从链家 and 房天下网站获取小区位置数据,经过数据清除筛选之后,总共获得27 621条带有空间位置的小区POI点数据;上海养老助餐场所数据来源于上海市养老服务平台,经过数据清洗后,总共获取到养老助餐场所信息1 722条;小区生活圈数据和助餐点服务圈数据来源于MAPBOX网站,通过调用Isochrone API获取;老年人口数据来源于WorldPop网站100 m精度的2020年人口栅格数据,并使用第七次人口普查数据对栅格数据进行修正。

## 3 研究方法

### 3.1 养老助餐服务设施的空间可达性计算

可达性评价常被用来进行城市公共资源布局的均衡性研究,例如绿地空间<sup>[32]</sup>、教育资源<sup>[33]</sup>、养老设施<sup>[34]</sup>和医疗设施<sup>[35]</sup>等。目前常用的量化分析模型包括潜能模型、核密度模型、两步移动搜索法和邻近距离法等。其中,由学者<sup>[36]</sup>改进并命名的两步移动搜索法,能够考虑供需两点间的承载关系同时兼顾通勤成本因素,因而被较多研究所选用<sup>[33-35]</sup>。两步移动搜索计算的可达性包含了两个层面的含义,即空间可达与服务资源可达<sup>[37]</sup>。然而该计算模型对两个关键参数较为敏感,分别为空间作用域的半径和距离衰减参数<sup>[38]</sup>,半径的不合理设定和空间作用域内的均质性,会导致计算结果与现实有一定偏差。本研究对两种参数进行了设定,分别为:使用路网距离代替欧氏距离,将实际步行时间下的空间范围作为空间作用域,其阈值范围在两个步骤计算中进行了分别设定,下文步骤。关于距离衰减问题,由于高斯方程衰减趋势与主观经验较吻合,因此被较多的研究所选用<sup>[32,34,39]</sup>,以下是高斯函数公式:

$$G(d_{ij}, d_0) = \frac{\exp[-(1/2) * (d_{ij} / d_0)^2] - \exp(-1/2)}{1 - \exp(-1/2)}, d_{ij} \leq d_0$$

基于此,本研究选用基于高斯函数修正的两步移动搜索算法,计

算各小区养老助餐设施的空间可达性, 计算结果用以表征助餐场所与老年人口的供需匹配关系, 计算步骤如下:

首先, 计算供需比 $R_j$ 。 $j$ 代表养老助餐服务场所; 对于助餐场所有效服务范围的设定, 参照北京市规定的养老助餐设施的服务半径(1 km), 本文将其转化为行走时间, 同时考虑到助餐点会有上门送餐等服务内容, 并在一定基础上稍微扩大, 最后设定为30 min行走距离的服务范围;  $S_j$ 为设施供应数量, 本研究选用设施场所数目作为供应数量;  $P_k$ 为相应服务范围内的老年人口数量, 此处使用基于第七次人口普查数据修正的WorldPop人口栅格数据, 在ArcGIS中进行矢量转点操作, 统计服务范围内的老年人口数量; 总体使用高斯方程进行距离衰减, 公式如下:

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

其次, 计算各小区养老助餐设施空间可达性 $A_i$ 。15 min生活圈理论, 即被较多学者沿用, 同时也多被政府文件所沿用, 但是同样有学者对15 min阈值的设定存在疑问<sup>[40-41]</sup>。因此本研究采用多种基于时间成本的生活圈为研究单元, 分别为5 min、10 min、15 min、20 min、25 min、30 min、35 min、40 min和45 min, 总共9种生活圈。对于落在小区的生活圈范围内的养老助餐设施点 $j$ , 总和其所有助餐设施的供需比数值 $R_j$ , 并使用高斯方程进行距离衰减计算, 公式如下:

$$A_i = \sum_{l \in \{d_{il} \leq d_0\}} G(d_{il}, d_0) R_j$$

### 3.2 设施布局可达性空间集聚特征研究

为了揭示上海市各小区养老助餐设施可达性的空间分布特点, 以及识别出低值集聚分布的区域, 本研究采用空间自相关分析方法进行设施布局集聚特征研究。空间相关性可以用来探测聚类、离散和随机三种空间数据分布模式。基于ArcGIS软件平台, 使用全局莫兰指数和局部莫兰指数两种分析工具, 对各小区的可达性数值进行空间聚类。全局莫兰指数计算结果从总体上反映了数值在研究区域的空间自相关性, 用于判断整体是否出现空间集聚现象。局部莫兰指数用于判定具体空间上的集聚类型, 即呈现高高集聚分布以及低低集聚分布的区域, 局部莫兰指数的计算公式如下:

$$I_i = \frac{n(x_i - \bar{x}) \sum_{j=1}^n \sum_{l=1}^n W_{i,j} (x_j - \bar{x})}{\sum_{j=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, j \neq i$$

其中,  $I_i$ 代表第 $i$ 个空间单元的局部莫兰指数,  $x_i$ 和 $x_j$ 分别代表第 $i$ 个空间单元和第 $j$ 个空间单元的属性值,  $\bar{x}$ 为所有空间单元属性值的均值,  $w_{i,j}$ 为空间权重值,  $n$ 为研究区域上空间单元的总数。

## 4 上海市社区养老助餐设施空间可达性计算结果

### 4.1 不同生活圈尺度下养老助餐设施空间可达性的计算结果

如表1所示, 在不同研究单元尺度下的养老助餐服务设施可达性(以下简称可达性)数值的统计结果。从统计结果可知, 不同研究单元尺度下, 可达性数值的平均值和标准差均呈现先增后减趋势。

结合图1的箱型图得出, 虽然可达性数值最大值和最小值之间的数值差距明显, 但是各研究单元尺度下的可达性数值的四分位区间相对较小, 总体在0~7之间。而置信区间之外的离群值, 经过数据检验之后发现, 皆位于远离上海市中心的郊区, 比如嘉定华亭镇和外冈镇、崇明区新海镇、金山区枫泾镇、青浦区朱家角镇、奉贤区梅湾镇、浦东新区新场镇等的边缘位置。这些小区的养老助餐可达性数值, 几乎不受研究单元尺度变化的影响, 并且始终在所有小区中保持较大优势。由此反映了这些小区位置的特殊性, 区域偏远加之老年人空间分布稀疏, 导致了总体上出现供大于求的现象。当然, 在某种程度上也反映了养老助餐资源的浪费, 一方面是因为养老助餐设施的设立通常享受到政策倾斜的照顾; 另一方面, 该区域的老年人稀少会带来客源不足问题, 致使助餐场所生意惨淡, 最终影响其生存、运营和发展。

从数值的变化趋势来看(图2), 随着研究单元尺度的增大, 各小区养老助餐设施可达性的平均值呈现先增后减的趋势。其中, 研究单元的时间阈值在10~30 min之间时, 可达性呈现直线上升趋势, 而时间阈值设置为40 min时, 助餐可达性均值上升至最大值。由于两步移动搜索法计算的可达性数值表征了助餐设施数量和老年人口数量间的供求关系, 我们可以在总体上推测小区生活圈范围内的养老助餐设施和人口密度的空间分布特征。在研究单元尺度在5~40 min之间时, 随着生活圈范围的扩大, 被统计入研究单元范围的助餐设施不断增多, 而相比之下, 相应范围内的老年人口增长比率相对较小, 因此会出现可

表1 各小区养老助餐设施可达性在不同研究单元尺度下的结果统计

Tab.1 statistics of accessibility of meal-aid service for the elderly at different scales

研究单元尺度(时间阈值)/min	平均值	标准差	最大值	最小值
5	0.236	1.875	161.680	0
10	0.685	2.787	161.680	0
15	1.310	4.452	161.680	0
20	1.987	5.407	161.680	0
25	2.612	5.821	161.680	0
30	3.140	6.046	161.680	0
35	3.488	6.155	161.680	0
40	6.581	8.701	179.263	0
45	3.694	6.228	161.792	0

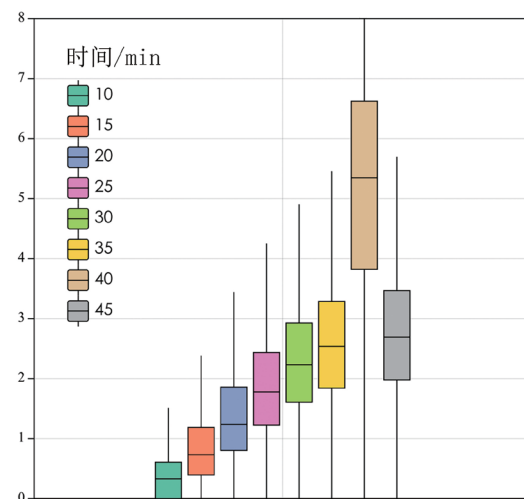


图1 不同尺度下的可达性数值分布箱型图

Fig.1 box diagram of accessibility numerical distribution at different scales

达性总体上升的情况。而在40 min之后, 纳入研究单元的助餐设施相比纳入的老年人口的增加比率变小, 可达性均值开始下降。从中可以得出, 在时间阈值设定为40 min前后, 助餐设施的空间分布和老年人口的空间分布先后占据主导影响。

#### 4.2 研究单元尺度的敏感性分析以及阈值的适宜性讨论

可达性标准差的总体变化趋势与可达性均值变化较为一致(图2), 养老助餐服务可达性的差异性随研究单元尺度增大而显著, 这是因为助餐设施以及老年人口分布具有空间分异现象, 随着生活圈范围扩大, 相应范围内供需关系的变化差异较大。同时从标准差变化斜率来看, 在5~25 min的标准差上升较快, 在25~35 min之后逐渐趋于平稳, 同样在设定为40 min时有拐点出现, 之后数值标准差下降。这说明, 养老助餐可达性对于5~25 min的研究单元尺度较为敏感。

进而分析讨论生活圈阈值设定的现实意义, 在5~25 min的时间段内, 生活圈层级的设定对于可达性的影响程度较大, 数值标准差呈现线性上升趋势, 由此说明在此时间段内进行评价, 各小区的可达性数值离散程度的稳定性较差。某种程度上, 也回应了当前城市生活圈采用15 min的阈值标准所存在的质疑, 就从本研究层面来看, 养老助餐研究对于15 min阈值的敏感性较大。研究发现, 无论是均值还是标准差都在40 min阈值处出现拐点, 这说明就上海市的养老助餐服务的现状而言, 以40 min阈值的生活圈作为单元进行评价更加合适。

回归到本研究采用的两步移动搜索法的可达性计算方式, 计算过程中会有效排除掉服务范围之外的设施, 从而考虑真实的生活圈尺度范围内的助餐设施供应数量和老年人口的需求数量的供求关系, 同时也能消除行政区边界的影响, 因此研究结论符合实际情况。

#### 4.3 不同生活圈尺度下的可达性低值小区的精准识别

在可达性数值结果基础上, 将20 000多小区的可达性数值进行有意义的分层级划分, 可以更便于评价助餐现状, 同时也有利于低值小区的精准识别。在数值序列中, 使用自然断点法的方式进行区间划定, 是常用的数值可视化分级方法, 虽然很方便于同组内的横向比较, 但是其划分方式, 往往没有明确的实际意义, 而难以被直观理解。

为了精准识别可达性不足的小区以及便于统计总体数量, 本研究试图将助餐可达性数值区间进行科学分级, 划分依据主要依靠专家经

验和政策性文件。首先, 我们试图划定区分养老助餐设施是否达标的分界线, 目前上海市虽然有对各类型场所的服务能力有所规定, 但是对于面向全体老年人养老助餐设施的服务能力没有准确的政策依据, 因此我们借鉴北京市关于养老助餐设施的政策文件<sup>③</sup>, 其要求城市社区的助餐设施点至少服务2 000个老年人, 即5个/万人, 我们将该线划定为标准线; 然后我们在标准线以下的数值区间, 进行进一步划分。截至2021年末, 上海市总共有老年人口542.22万, 养老助餐设施可获得到1 722个, 由此可以计算平均比值为3.176个/万人, 我们将次数值划定为平均线; 同时为了在标准线以上的部分对资源充足的小区进一步区分, 参考了部分研究依据以及访谈的调研结果, 将两倍及格线数值划定为优异线。

基于此, 我们将助餐可达性的数值区间进行分段, 上述用于划分区间的三条基准线作为断点, 在ArcGIS软件中将可达性计算结果分为A、B、C、D四个等级, 分别是: A[10.001, 200]、B[5.001, 10.000]、C[3.177, 5.000]、D[0, 3.176]。其中, D类低于平均线, C类为低于标准线, B类高于标准线, A类可达性最好。不同研究单元尺度下, 四类小区统计结果见表2。

虽然目前养老助餐设施数量已经完成了上海市政策总量(助餐场所不少于1 600个)的建设目标, 但是距离高水准的养老助餐服务建设仍有一段距离。据以上可以总结, 就数量层面上来说, 仍有相当多数量的小区养老助餐设施难以满足标准需求。结合上海市目前的政策标准和养老助餐设施的建设目标来看, 目前有两个维度的事项需要注意:

第一, 考虑到上海市人口的持续老龄化问题, 未来的养老助餐设施的缺口只会更大, 因此仍然需要继续推进养老助餐场所的增设; 第二, 要更加关注设施均衡问题以及助餐设施的有效设置, 助餐场所应该在各小区生活圈内进行布置, 保证助餐设施可以有效服务到老年群体。

#### 4.4 各小区生活圈内养老助餐设施缺失量计算

以上部分对多种研究单元尺度下的助餐现状进行了评价, 该章节参照章节4.3中的分类标准, 计算各小区欲达分割线仍需补充的设施数量。15 min养老生活圈是当前政府明确提出的基本养老服务平台, 据最新上海市发布的政策<sup>④</sup>, 要设置15 min服务圈社区嵌入式服务驿站, 统筹考虑确定15 min内的服务设施数量。为了与市政府的政策相适应, 研究依托15 min阈值下的助餐可达性分布现状, 计算推衍各小区欲达各分割线所需养老助餐设施数量。

基于可达性计算公式进行反向逆推, 计算各小区达到助餐设施的最小缺失数量。值得说明的是, 由于原文中使用了高斯衰减函数进行

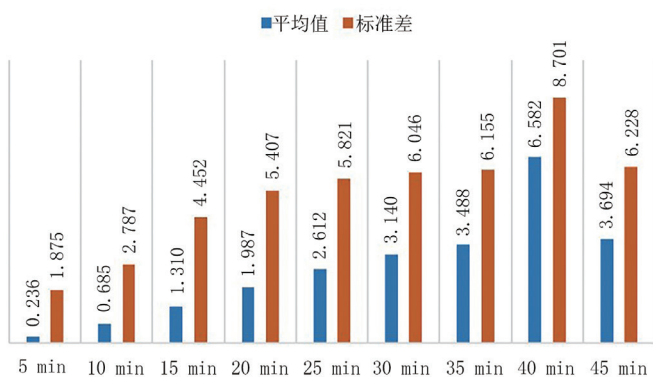


图2 不同尺度下的可达性数值增长趋势  
Fig.2 numerical growth trend of accessibility at different scales

表2 不同研究单元尺度下的四类小区的结果统计

Tab.2 statistics of four types of neighbourhoods at different research unit scales

研究单元尺度(时间阈值)/min	A类	B类	C类	D类
5	32	94	143	27 332
10	90	448	553	26 530
15	284	853	1 026	25 458
20	544	1 397	1 239	24 441
25	793	1 791	1 480	23 557
30	1 227	2 015	2 749	21 729
35	1 419	2 172	3 829	20 202
40	2 778	13 402	6 622	5 322
45	1 530	2 457	4 350	19 284

距离衰减,而本章节计算数量临界值,因此只需考虑服务能力最大化的情况,即计算无距离衰减程度下,至少需要增加的助餐设施场所数量。计算结果的数据统计见表3。

结合箱型图3可以得知,按照15 min养老圈的建设标准,欲达平均线,目前缺失各小区需要补充数量主要在1~8个之间(上下四分位数),最多的需要补充12个养老服务设施,整体来看,各小区需要补充的数量标准差为3.38左右,差异较小;欲达标准线,各小区需要补充助餐设施数量主要在2至14个之间(上下四分位数),最多的需要补充20个助餐设施,整体来看,各小区需要补充的数量标准差为5.79左右;欲达养老助餐服务可达性优异线,各小区需要补充助餐设施数量主要在5~29个之间(上下四分位数),最多的需要补充43个养老服务设施,整体来看,各小区需要补充的数量平均值为12.4个,标准差为12.42左右,差异较明显。三个分割层次下的助餐设施缺失数量的空间分布统计显示,浦西七区的助餐设施缺失较为严重,尤其是靠近黄浦江的东侧区域,该区域地处上海繁华的中心地带。相对来说,其他周边区域各层级分割线下需要补充的数量较少。

综上,目前浦西七区部分小区的助餐设施缺失量较为严重,欲要满足老年人口稠密的中心城区的助餐需求,多层次多尺度嵌套的助餐服务体系是解决问题的关键。该部分的计算结果,可以作为上海市政府未来养老助餐专项规划的参考。

## 5 上海市养老助餐设施可达性空间分布特征解读

### 5.1 不同层级可达性的空间集计结果分析

三个层级的集计分析和分层级显示,同样采取章节4.3中的分类原则,保证多层次、多研究尺度下的评价同属一个划分标准。

表3 不同研究单元尺度下,助餐设施缺失量的结果统计

层级标准	均值	标准差	最大值	最小值	上四分位	中位数	下四分位
及格线	4.816	3.384	12	0	1	5	8
标准线	8.225	5.785	20	0	2	9	14
优异线	17.603	12.418	43	0	5	19	29

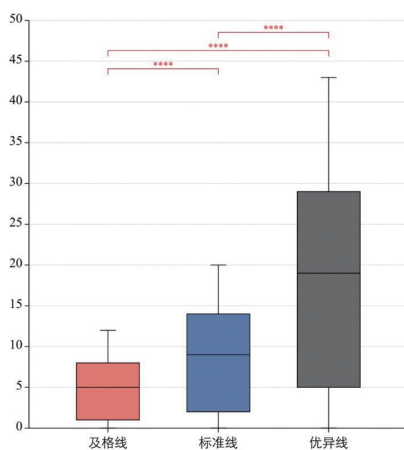


图3 不同研究单元尺度下,各小区养老助餐设施缺失量计算结果

Fig.3 calculation results of shortage of facilities in each community

### 5.1.1 县区层级

助餐可达性数值在县区层级集计后的分布情况显示,随着研究单元尺度的扩大,各县区助餐可达性总体向好。当时间阈值设定在5 min时,只有崇明区处于C级,其他各区县的平均状况均低于平均线。随着时间阈值的增大,嘉定区、金山区、奉贤区、浦东新区等可达性数值逐渐变好,到25 min时,除传统城7区的可达性仍然停留在D级水平之外,其余各区均提升了可达性水平。从总体来看,养老助餐设施可达性高的地区在嘉定区,在15~25 min为B级水平,而随着阈值增大,之后上升为A级水平,这也反映出在县区层面,嘉定区的养老助餐建设走在了全市各区的前列。

值得注意的是,传统城市中心七区的可达性数值一直处在较低水平,这样的原因结合现状来分析,可以归纳为两点。首先是,这7个区的老龄化严重,老年人口众多且老年人口稠密,对于养老助餐服务的需求量大;其次是城市中心土地成本高,而且建筑密度高,很难找到合适的区域增建养老设施点。就目前来看,加大中心城区的及各县区的建设的监督力度,是当前工作的重点。

### 5.1.2 街镇层级

助餐服务可达性数值在各街道层级汇总的结果显示,随着生活圈尺度的扩大,部分县区的街镇可达性变好,主要是嘉定区、奉贤区、金山区、崇明区部分街道,而旧城七区、浦东新区、宝山区、青浦区的养老助餐可达性仍然处于较低水平。同时可以注意到的是,有三个街镇在不同生活圈尺度下养老助餐可达性一直较好,分别为崇明区新村乡、嘉定区华亭镇和浦东新区新场镇,结合现状来看,主要是因为这些街镇老年人口相对较少。

### 5.1.3 社区层级

社区层级的可达性计算结果显示了与县区和街镇层级所不同的情况。总体来说,全市大部分社区的养老助餐设施可达性较差。因为即使随着研究单元尺度的扩大,能够被纳入研究单元的设施点十分有限,因此计算结果中大部分小区可达性仍然较差。从分布区域看,在县区边界区域的社区养老助餐设施可达性相对较好,而可达性较差的社区主要集中在中心城区附近。

通过以上三个层级的集计分析结果,研究得出结论如下:首先,当计算结果在不同行政区尺度下进行集计分析时,随着行政单元的扩大,区域内的差异性被抹除;其次,城市中心区域尤其是以浦西7区为代表的区域,可达性的数值相对较低;最后,相对于上海市养老服务专项规划制定的以县区为单元的指导政策,本研究的计算结果,可以用于进行更加详尽细致的区域识别。

## 5.2 可达性空间分布模式的计算结果

由表4计算结果可知,不同研究单元尺度下,P值皆小于0.01,由此可以推翻零假设,有极高的置信度认为具有空间自相关的特点。随着生活圈范围的扩大,莫兰相关指数在不断增大,说明在全局上体现出空间集聚特点随研究单元的扩大而不断增强。

局部自相关结果可以获知不同区域呈现的集聚类型。高值集聚区域主要分布在嘉定区,并且随着生活圈尺度的增大,在徐汇区南部、松江区中部、闵行区南部的少数区域出现零星高值集聚区域;另一方

表4 不同研究单元尺度下的全局自相关计算结果

Tab.4 global autocorrelation calculation results at different scales

研究单元尺度/min	莫兰指数	期望指数	方差	z-score	p-value
5	0.468	0.000	0.000	351.555	0
10	0.387	0.000	0.000	268.233	0
15	0.576	0.000	0.000	388.994	0
20	0.699	0.000	0.000	468.961	0
25	0.757	0.000	0.000	506.634	0
30	0.773	0.000	0.000	516.668	0
35	0.784	0.000	0.000	524.280	0
40	0.797	0.000	0.000	543.800	0
45	0.786	0.000	0.000	525.566	0

面,随着生活圈尺度的变大,虽然低值聚集的区域面积在缩减,但是基本态势仍然相差不大,低值集聚分布在以城中心为主的区域,包括旧城七区和浦东新区的西侧区域,这一区域与上海市的外环边界基本相适应。这也可以看到,在不同生活圈尺度下,这说明中心城区附近养老助餐设施仍然是处于供需不足的状态,而且呈现相互关联的低值集聚,这些区域聚集了更多的老年人口,需要增设更多的养老助餐设施才能满足养老需求,对于政府来说是亟待解决的问题,应该在政策性的制定上,对于这些区域进行重点关注。

通过全局和局部空间自相关的结果,我们可以得出如下结论:总体方向层面上,西北部好于其他区域,呈现西强东弱的局面;可达性呈现低—低聚集分布的小区主要是集中在上海二环以内的区域,而呈现高一高聚集分布主要集中在以嘉定区为主的区域;徐汇区南部和闵行区交界处的区域,成为低值集聚区域的异常区域,这个区域聚集的上百个小区呈现高值集聚分布;研究单元尺度的扩大,基本不会影响目前的集聚状态。

## 6 研究结论

### 6.1 研究内容总结

本研究综合多源数据和定量分析技术,对社区生活圈内的养老助餐现状进行了大规模精细化测度,既关注微观尺度社区老年人的助餐服务现状,也关注城市总体层面助餐资源分配的均衡性。基于交通路网的行走范围,本文使用高斯两步移动搜索算法进行养老助餐可达性的计算。分别使用5~45 min, 5 min为间隔的9种时间成本序列的出行圈范围进行研究,探讨不同生活圈范围下的养老助餐服务的数值空间分布问题,以及研究单元尺度的适宜性问题。进而进行精准识别划定,将计算的数值划分为有实际意义的四个等级,用以精准定位需要改进的小区,并对标准线下的各小区生活圈内助餐设施缺失量进行了计算。同时评估九种生活圈下各小区助餐可达性数值变动情况,评价各小区的助餐设施韧性程度。最后之后借助集计模型和空间自相关工具,对不同行政区尺度下的集计结果进行解读和可达性数值的空间集聚分布进行研究。

### 6.2 研究发现

综合以上研究内容,本研究有以下发现。

第一,上海市的养老助餐设施可达性分布存在空间分异现象,位于城市边缘地区的小区养老助餐可达性相对较好,而城中心区域可达

性数值较差。即使扩大研究单元尺度,仍然有大量小区的助餐设施可达性较差。

第二,经过9种研究单元尺度的对比,我们发现在助餐可达性的评价中,使用40 min的研究单元尺度时间阈值受到干扰程度最小,相对使用15 min生活圈阈值进行评价,40 min的时间阈值更加合适。

第三,虽然目前上海市建设的助餐点数量总体较多,但是生活圈内的有效数量仍然欠缺,根据划定的三条分割线,大部分小区处在助餐可达性标准线以下。经过反向推演计算的各小区15 min生活圈内的设施缺失量,欲达标准线,各小区需要补充助餐设施数量主要在2~14个之间(上下四分位数),最多的需要补充20个养老服务设施,整体来看,各小区需要补充的数量标准差为5.79左右。就分布区域来看,浦西七区的助餐设施缺失较为严重,尤其是靠近黄浦江的东侧区域,其他周边区域各层级分割线下需要补充的数量较少。

第四,随着研究单元尺度的变化,受到干扰程度较小的社区主要集中在城中心区域,但是体现出来的是低水平的稳定和韧性;而受到干扰程度较大的小区主要分布在嘉定区。

第五,助餐可达性在三个行政层级的集计发现,当计算结果在不同行政区尺度下进行集计分析时,随着行政单元的扩大,区域内的差异性被抹除,相对于上海市养老服务专项规划制定的以县区为单元的指导政策,本研究的计算结果,可以进行更加详尽细致的区域识别。

第六,从空间集聚来看,可达性数值呈现高值聚类分布的区域主要集中在嘉定区,呈现低值集聚分布的区域主要在城中心和青浦区等区域。总体方向层面上,西北部好于其他区域,呈现西强东弱的局面;可达性呈现低—低聚集分布的小区主要是集中在上海二环以内的区域,而呈现高一高聚集分布主要集中在以嘉定区为主的区域;徐汇区南部和闵行区交界处的区域,成为低值集聚区域的异常区域,这个区域聚集的上百个小区呈现高值集聚分布;研究单元尺度的扩大,基本不会影响目前的集聚状态。

本研究同样存在两个主要的缺陷:首先,本文所使用的WorldPop网站的人口数据,虽然被较多研究所使用,但是与政府部门统计的各小区准确人口数据相比,计算结果与实际情况仍有偏差;其次,本文的研究将老年助餐设施的数量作为服务能力的标度,未能使用准确的服务规模或者建筑面积等指标。但是这是目前大规模测度难以准确获得的数据,而且养老助餐场所有一定的特殊性,服务规模或者是建筑面积等静态数据也难以准确表征养老助餐场所的服务能力。

面对日益严峻的老龄化形势,提供合理完善的养老助餐服务,既是解决养老助餐问题的重要途径,也是促进社会公平和促进建设全龄友好城市的重要举措。本研究的意义在于,通过对上海整体城市进行大规模精细化的测度,不仅可以在总体层面上比较助餐资源配置的均衡性,也可以精准定位需要亟待改进的区域,以辅助决策部门更好地制定相应规划和策略。

### 注释:

- ① 十城市万名老年人居家养老状况调查报告,全国老龄办。调研显示,高龄、空巢老人对老年餐桌服务项目需求较大。
- ② 上海老年社区助餐从吃得饱,向吃得健康、有品质提升,光明网。学者章

晓懿总结: 2008—2018年, 社区助餐点的布局主要关注怎样让老年人吃得方便, 在老年人的15 min社交圈内, 让他们就近吃到价格实惠的餐食; 2019年起, 社区助餐服务开始重点关心如何让老年人吃得更好。

- ③ 关于进一步加强老年人助餐配餐服务工作的意见, 北京市民政局。文件提出, 城市社区, 原则上每个老年餐桌服务半径不超过1 000 m, 服务老年人口不低于2 000人。
- ④ 上海市家门口养老服务设置指引, 上海市民政局。文件要求, 统筹设置生活圈内的养老服务设施。

#### 参考文献:

- [1] 伍海霞. 快速老龄化时期城乡老年人的家庭养老照料负担[J]. 人口研究, 2022, 46(3): 74-87.
- [2] 魏钢, 张播, 魏维. 社区适老性规划设计研究[J]. 西部人居环境学刊, 2014, 29(5): 26-30.
- [3] JIANG Q, SÁNCHEZ-BARRICARTE J J. The 4-2-1 Family Structure in China: A Survival Analysis Based on Life Tables[J]. *European Journal of Ageing*, 2011, 8(2): 119-127.
- [4] YANG H. The Choice of Pension and Retirement Systems When Post-1960s Baby Boomers Start to Retire in China[J]. *China Finance and Economic Review*, 2016, 4(1): 11.
- [5] 刘晓梅, 李蹊. 社区居家养老研究的回顾与展望基于Citespace的文献计量分析[J]. 学习与探索, 2022(3): 33-40.
- [6] ROSENWOHL-MACK A, SCHUMACHER K, FANG M L, *et al.* A New Conceptual Model of Experiences of Aging in Place in the United States: Results of a Systematic Review and Meta-Ethnography of Qualitative Studies[J]. *International Journal of Nursing Studies*, 2020, 103: 103496.
- [7] 唐希璐, 周颖. 实现就地养老的社区更新策略——以美国自然形成的退休社区(NORC)为考察对象[J]. 建筑学报, 2018(2): 80-84.
- [8] 殷浩, 彭仲仁. 积极老龄化: 美国活跃退休社区对中国养老社区建设的启示[J]. 国际城市规划, 2017, 32(6): 125-131.
- [9] GARDNER G, NASSERJAH A. The Future of Multigenerational Housing in Existing Communities: Insights for Transatlantic Cities[J]. *Cityscape*, 2020, 22(1): 249-272.
- [10] 章晓懿, 刘帮成. 社区居家养老服务模型研究——以上海市为例[J]. 中国人口科学, 2011(3): 83-92.
- [11] 谢芳. 美国的退休社区与“居家援助式”养老模式[J]. 社会, 2004(12): 35-38.
- [12] 郭建新. 英国社区照顾的特点与启示[J]. 中国管理信息化, 2016, 19(13): 214-215.
- [13] IIZAKA S, TADAKA E, SANADA H. Comprehensive Assessment of Nutritional Status and Associated Factors in the Healthy, Community-Dwelling Elderly[J]. *Geriatrics & Gerontology International*, 2008, 8(1): 24-31.
- [14] 章晓懿, 梅强. 影响社区居家养老服务质量的要素研究: 个体差异的视角[J]. 上海交通大学学报(哲学社会科学版), 2011, 19(6): 23-30.
- [15] 贾云竹. 北京市城市老年人对社区助老服务的需求研究[J]. 人口研究, 2002(2): 44-48.
- [16] 赵珍怡. 上海市城市社区养老服务模式的研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2008.
- [17] 冯喜良, 孙亚舒. 社区居家养老服务实施现状的调研报告——基于2015年北京市的调研数据[J]. 调研世界, 2017(1): 23-27.
- [18] 林文洁, 宋宁宁, 吕晓. 居家老年人生活现状与社区服务需求初探[J]. 建筑学报, 2012(S2): 174-177.
- [19] 刘頔. 居家养老助餐服务现状及满意度调查——以江苏省镇江市为例[J]. 老龄科学研究, 2019, 7(9): 44-59.
- [20] 鲍重建. 上海市社区为老助餐服务满意度影响因素研究[D]. 上海: 上海海洋大学, 2018.
- [21] 陈玮婷. 论老年型社区的养老公共服务供给[D]. 上海: 复旦大学, 2010.
- [22] 许秀娟. 智慧养老背景下既有社区“养老餐桌”现状调研及建设策略研究——以广州市天河区12个典型社区为例[J]. 城市住宅, 2021, 28(2): 24-27.
- [23] 高苗. 上海市老年助餐服务及其优化路径研究[D]. 上海: 东华大学, 2022.
- [24] 杨鑫, 高雯雯, 张琦. 健康社区背景下的“食物地图”系统构建研究——以北京八角社区为例[J]. 规划师, 2021, 37(2): 34-40.
- [25] 周尚意, 罗梦婷, 丁玥, 等. 北京城区“老年餐桌”送餐线路优化——以新街口街道为例[J]. 经济地理, 2015, 35(5): 55-60.
- [26] 石元伍, 何玉婷. 基于综合赋权的嵌入式养老助餐服务可及性评价方法研究[J]. 科技促进发展, 2021, 17(9): 1790-1798.
- [27] 邓婷鹤, 郑晓冬, 杨园争, 等. 养老助餐服务效率研究——基于北京市73家助餐点的调查分析[J]. 兰州学刊, 2021(12): 131-148.
- [28] 陈洪涛. 当代中国养老发展面临的挑战与应对思路[J]. 社会福利, 2017(11): 1-6.
- [29] 万浴, 黄紫荆, 陈刚, 等. 社区尺度下南京鼓楼区养老设施综合评价研究[J]. 测绘科学, 2021, 46(4): 135-141.
- [30] HUANG X, GONG P, WHITE M. Study on Spatial Distribution Equilibrium of Elderly Care Facilities in Downtown Shanghai[J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022, 19(13): 7929.
- [31] HUANG X R, GONG P X, WHITE M, *et al.* Research on Spatial Distribution Characteristics and Influencing Factors of Pension Resources in Shanghai Community-Life Circle[J]. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2022, 11(10): 518.
- [32] 蔚芳, 徐雯雯, 胡晓鸣, 等. 城市体力活动空间供需均衡与空间优化研究[J]. 西部人居环境学刊, 2022, 37(3): 88-96.
- [33] SHARMA G, PATIL G R. Spatial and Social Inequities for Educational Services Accessibility: A Case Study for Schools in Greater Mumbai[J]. *Cities*, 2022, 122: 103543.
- [34] 殷为华, 刘爽. 上海市养老机构的空间分布特征及其可达性研究[J]. 现代城市研究, 2021(6): 17-23.
- [35] BOISJOLY G, DEBOOSERE R, WASFI R, *et al.* Measuring Accessibility to Hospitals by Public Transport: An Assessment of Eight Canadian Metropolitan Regions[J]. *Journal of Transport & Health*, 2020, 18: 100916.
- [36] LUO W, WANG F. Measures of Spatial Accessibility to Health Care in a GIS Environment: Synthesis and a Case Study in the Chicago Region[J]. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 2003, 30: 865-884.
- [37] 韩非, 罗仁朝. 基于可达性测度的城市社区居家养老服务供需匹配研究——以南京为例[J]. 经济地理, 2020, 40(9): 91-101.
- [38] 陶卓霖, 程杨, 戴特奇, 等. 公共服务设施空间可达性评价中的参数敏感性分析[J]. 现代城市研究, 2017(3): 30-35.
- [39] DAI D. Racial/Ethnic and Socioeconomic Disparities in Urban Green Space Accessibility: Where to Intervene?[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2011, 102(4): 234-244.
- [40] 吴夏安, 徐磊青. 社区生活圈规划中的形态研究——关于适老性生活圈、高步行友好性生活圈范围的讨论[J]. 西部人居环境学刊, 2021, 36(5): 74-82.
- [41] 柴彦威, 李春江. 城市生活圈规划: 从研究到实践[J]. 城市规划, 2019, 43(5): 9-16.

#### 图表来源:

表1-4: 作者绘制

图1-3: 作者绘制

收稿日期: 2022-10-30

(编辑: 苏小亨)