

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

韩非^{1,2} 罗仁朝^{2,31}

(1. 江苏省城镇与乡村规划设计院, 中国江苏 南京 210019;

2. 南京工业大学 建筑学院, 中国江苏 南京 210009;

3. 南京工业大学 建筑设计研究院, 中国江苏 南京 210009)

【摘要】:针对特大型城市中心地区社区居家养老设施空间布局与老年人口空间分布不匹配问题,以南京江南主城四区为研究对象,基于多源数据,立足于供需匹配视角,应用改进两步移动搜索法对南京江南主城四区居家养老设施的可达性进行评价。结果表明:①改进后的两步移动搜索法和传统两步移动搜索法的可达性计算结果尽管整体相似,但前者能够更为精细地反映供需配比情况;②南京江南主城四区社区居家养老服务设施供需匹配度呈“圈层式”分布,老城边缘圈层可达性较好,外围圈层可达性一般,老城中心圈层可达性较差,各圈层内部供需匹配度的高低呈非均质化分布;③老年人口空间分布、城市交通微循环系统、设施环境及服务质量是影响养老设施供需匹配度空间分异的主要因素。

【关键词】:可达性 供需匹配度 人口老龄化 日托容量

【中图分类号】:D669.6 **【文献标志码】**:A **【文章编号】**:1000-8462(2020)09-0091-11

随着我国经济持续发展、社会保障体系的逐步健全以及人口预期寿命稳步持续增长,人口老龄化将是未来相当长时期内我国社会经济持续发展必须面对的现实问题。当前,我国正处于人口红利消失以及人口老龄化加速的转折期,“未富先老”和“未备先老”双重挑战的特征日益显著,老龄化进程与家庭小型化、空巢化相伴,与经济社会转型期的矛盾相交织^[1]。在我国许多地区,养老设施供给不足伴随着供需错位的矛盾,而在一些发达地区城市,后者往往成为制约城市社会养老服务进一步提升满意度的关键。比如在南京市主城区,各类养老设施布点较多、服务容量充足,但服务供给与需求空间不匹配,导致局部地区养老服务需求无法满足,亟待调整与优化。

基金项目:国家自然科学基金项目(51708471,51608404);国家社会科学基金项目(19BSH004);南京市社会科学基金项目(2019-YB16);南京市“十四五”规划前期研究重大课题项目(2019-sswgh06)

作者简介:韩非(1994-),男,江苏南京人,硕士。主要研究方向为城乡规划设计、城乡规划管理。E-mail:954022037@qq.com。
罗仁朝(1972-),男,安徽舒城人,博士,研究员级高级城市规划师。主要研究方向为城镇化、城乡规划设计、城乡规划管理。
E-mail:luorc@njtech.edu.cn。

在基本公共服务均等化的政策背景下，公共服务设施的科学配置成为协调、平衡地区间经济社会发展的重要举措^[2]。基于可达性的公共服务设施空间配置，是地理学、城市规划、交通规划等研究领域的热点问题，也是本文进行城市养老服务设施布局研究的基本思路。目前，公共服务可达性常见的量化分析模型包括：统计指标法^[3]、最近距离法^[4]、累计机会法^[5-6]、核密度模型^[7]、潜能模型^[8]以及两步移动搜索法（Two-step floating catchment area method, 2SFCA）^[9-12]等，以上方法是将基于公共设施与居民空间行为的研究方法进行了高度集成^[13]。在既有可达性研究中，研究者逐步将更多城市复杂因素纳入研究模型，以便分析结果更加贴合实际，但均存在不同程度的局限。相比于宏观指标统计的粗略性、最近距离法的单一性、累计机会法中默认所有需求点期望值相同且距离无衰减、核密度模型采用简单欧式距离进行距离衰减、潜能模型有效作用域无限制的缺憾，2SFCA 及其改进形式能够较好运用于复杂场景，有效规避以上模型的缺憾。其因实用性较强而被广泛运用于就医^[8-9]、就学^[14]、就业^[15]、养老^[11]、绿地^[16]、应急避难场所^[4]、旅游资源^[17]等公共服务设施的可达性研究。

鉴于此，本文以南京江南主城四区为例，基于多源数据，立足于供需匹配视角，以 2SFCA 为基础模型，结合研究场景的特定性，侧重于对可达性测度结果的实际意义进行探讨并予以修正，以实现对城市社区居家养老服务设施的可达性进行更为科学有效的测度，进而提出优化建议。

1 研究方法与数据来源

1.1 对 2SFCA 的优化

1.1.1 传统 2SFCA 及其一般改进形式

2SFCA 最早由 Radke 等提出，由 Luo 等进一步改进并命名为两步移动搜索法^[13]。2SFCA 分别以供给点和需求点作为中心对同一阈值范围（时间、距离、费用）移动搜索两次得到每个需求点的累积供需比，即可达性。这里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。同时，2SF-CA 既考虑到供需点规模，又关注了供需点间的通勤成本（时间、距离）因素（式 1）。

$$A^F = \sum_{j \in (d_{ij} \leq d_0)} R_j = \sum_{j \in (d_{ij} \leq d_0)} \left(\frac{S_j}{\sum_{k \in (d_{ik} \leq d_0)} D_k} \right) \quad (1)$$

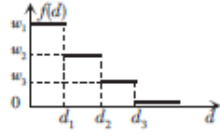
式中： i 表示居民点； j 表示设施点； A^F_i 表示居民点的养老服务可达性； S_j 表示设施点 j 的日托容量； D_k 表示居民点 i 的老年人口； d_{ij} 是居民点 i 和设施点 j 间的距离； R_j 是设施点 j 的日托容量与搜索半径 d_0 内所服务的老年人口的比例。

传统 2SFCA 单以划定阈值的二分法区隔作用域（搜索半径）及其以外的空间，即作用域以外完全不可达，作用域以内无衰减，当作用域较小时，空间可达性测度结果近似成立；若作用域较大，则空间可达性差异难以体现^[5]。对此，Luo 等对 2SFCA 采用距离阻抗函数的形式对作用域分段并赋予权重，以考虑作用域内距离衰退的情况^[7-8]。Wang 提出了一个 2SFCA 的一般形式，即在模型中加入一般化的距离衰减函数 $f(d)_{ij}$ ，避免了原始形式中作用域内的距离恒等于一个常数的情况^[18]（式 2）。此后，多位学者引入不同类型函数针对 2SFCA 的距离衰减的形式进行扩展，包含了高斯型^[18]、核密度型^[19]等。以上是对 2SFCA 距离衰减函数类型的扩展。此外，也有学者采用可变搜索半径的方式对 2SFCA 作用域进行扩展，从而有效规避了 2SFCA 单一作用域（对于设施和人群的搜索半径均相同）的问题^[20]；引入选择权重变量对 2SFCA 供给或需求的竞争进行扩展，从而考虑到设施未被充分利用的情况^[21]；基于多重交通模式的加权平均交通时间，对 2SFCA 单一交通模式下的时间成本进行了修正^[12]。需要注意的是，距离衰减函数形式的合理选定是应用这类扩展模型的关键，应适当采取问卷调查、访谈等形式，同时充分结合设施实际使用人群的行为特征和需求而定（图 1）。

$$A_i = \sum_{j=1}^n \frac{S_j \cdot f(d_{ij})}{\sum_{k=1}^m D_k \cdot f(d_{kj})}, f(d_{ij}) = \begin{cases} g(d_{ij}), d_{ij} \leq d_0 \\ 0, d_{ij} > d_0 \end{cases} \quad (2)$$

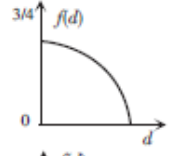
a. 增强型 2SFCA

$$g(d_{ij}) = \begin{cases} W_1, d_{ij} \in D_1 \\ \dots, \dots, \\ W_n, d_{ij} \in D_n \end{cases}$$



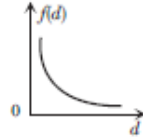
b. 核密度型 2SFCA

$$g(d_{ij}) = \frac{3}{4} \left[1 - \left(\frac{d_{ij}}{d_0} \right)^2 \right], d_{ij} \leq d_0$$



c. 重力型 2SFCA

$$g(d_{ij}) = d_{ij}^{-\beta}, d_{ij} \leq d_0$$



d. 高斯型 2SFCA

$$g(d_{ij}) = \frac{e^{-1/2 \times (d_{ij}/d_0)^2} - e^{-1/2}}{1 - e^{-1/2}}, d_{ij} \leq d_0$$

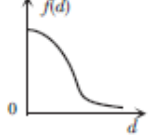


图 1 2SFCA 扩展形式及其函数图像

式中： A_i 表示居民点 i 的养老服务可达性，实际含义为居民点 i 的平均每个需求者可达的设施资源； j 表示设施点； i 表示居民点； d_0 为搜索阈； D_k 表示以 j 为中心搜索距离 d_{kj} 下的居民点老年人口数； S_j 表示设施点 j 的日托容量； $f(d)_{ij}$ 表示衰减函数。

1. 1. 2 供需型 2SFCA 模型

对 2SFCA 改进的因素包含以下两点：

第一，2SFCA 的距离衰减函数扩展类型较多，恰当选定函数类型，直接关系到最终的测度结果合理与否。本文结合老年人步行的特征：其出于锻炼身体的需要，短距离步行有益身体健康，出行意愿愈发强烈，而长距离步行则会引起一定身体不适，出行意愿因而快速衰退，其反映的变化曲线关系与核密度型减函数大致相似（图 1b. 核密度型 2SF-CA）。因此，此处 $g(d)_{ij}$ 选取核密度型衰减函数。

第二，基于核密度型 2SFCA 计算的可达性（如图 2a. 修正前），实际上是指各居民点的“累计”人均供需比，一定程度上能够反映人口与设施的供需配比的优劣程度，但其本身是一个相对概念，无法反映各居民点实际分摊到的日托名额；且基于式（2）分子的计算方法，如图 2c. 修正前所示，居民点、①、②、③、④、⑤能从设施点 A 分摊到的日托容量分别为 43、63、48、32、0 人，共 187 个名额，而设施点 A 实际日托容量仅 100 人。若设施点 A 一定范围内可提供服务的居民点越多，则该设施需为居民点提供服务规模与其实际服务能力相差越大，故无法真实地反映人与设施容量的现状对应关系，其仅是一种相对关系而非绝对关系。

基于此，本文以核密度型 2SFCA（Kernel Density 2SFCA）为基础，提出供需型 2SFCA（Demand & Supply 2SFCA，以下简称 DS-2SFCA）。计算步骤如下：

①对设施点而言，首先，搜索各社区居家养老设施 20min 范围内的所有居民点，将该设施点的日托容量乘衰减系数得到其能为各居民点分配的日托容量配额（因步行时间的增加而造成老年人选择的意愿不强，造成前往的人数下降，同样也可理解各居民点得到该设施分配的日托名额减少）并汇总；其次，将该设施点能为各居民点提供的日托容量配额分别比上汇总后的日托名额，得到各居民点能够获得日托容量配额的配额比例；最后，乘上该设施点的实际日托容量，依据式（3）计算得到其能够为各

居民点实际提供的日托名额。

②对于各居民点而言，搜索其 20min 范围内的社区居家养老设施点，对各设施点所能够提供该居民点的实际日托容量配额进行汇总，并比上该居民点的老年人口数，依据式(4)得到该居民点养老服务可达性，即人均所日托容量配额。

$$R_i = \frac{\sum_{j=1}^n S_j \cdot f(d_{ij})}{\sum_{j=1}^n S_j \cdot f(d_{ij})}, f(d_{ij}) = \begin{cases} g(d_{ij}), d_{ij} \leq d_0 \\ 0, d_{ij} > d_0 \end{cases} \quad (3)$$

$$g(d_{ij}) = \frac{3}{4} \left[1 - \left(\frac{d_{ij}}{d_0} \right)^2 \right], d_{ij} \leq d_0$$

$$A_i = R_i / D_i \quad (4)$$

式中： R_i 表示居民点 i 实际能获得服务的日托容量名额； A_i 表示居民点 i 的养老服务可达性，实际含义为居民点 i 的老年人口人均日托容量配额，值越大，说明该居民点的养老服务可达性越高，其所能够得到的日托容量配额越高，反之则可达性较差； S_j 表示 j 设施点的日托容量； $f(d_{ij})$ 表示衰减系数； D_k 表示以 j 为中心搜索距离 d_{ij} 下的居民点老年人口数； d_0 为搜索阈。

DS-2SFCA 相较于核密度型 2SFCA，各居民点从设施点分摊到的日托名额以分摊比例的形式（各居民点分摊到的日托名额/汇总后各居民点分摊到的日托名额）进行重新分配（设施点的实际日托容量 $\times$ 分摊比例）保证其与设施点实际拥有的日托名额对应（图 2b. 修正后）。在此基础上，将各居民点实际能够分摊到的日托名额除以该居民点的老年人口，得到该居民点的人均日托容量配额（图 2d. 修正后）。该测度结果为一个具有实际意义的数值，相较于核密度型 2SFCA 模型的累积人均日托容量配额概念，二者区别在于有量纲；相较于传统千人指标法，二者区别在于是否考虑到供给量随距离的衰减而减少的因素。DS-2SFCA 模型的测度结果一定程度上能够客观反映出需求侧缺口，并能针对性地对其进行不同程度的弥补完善，从而提高城市养老供给水平。

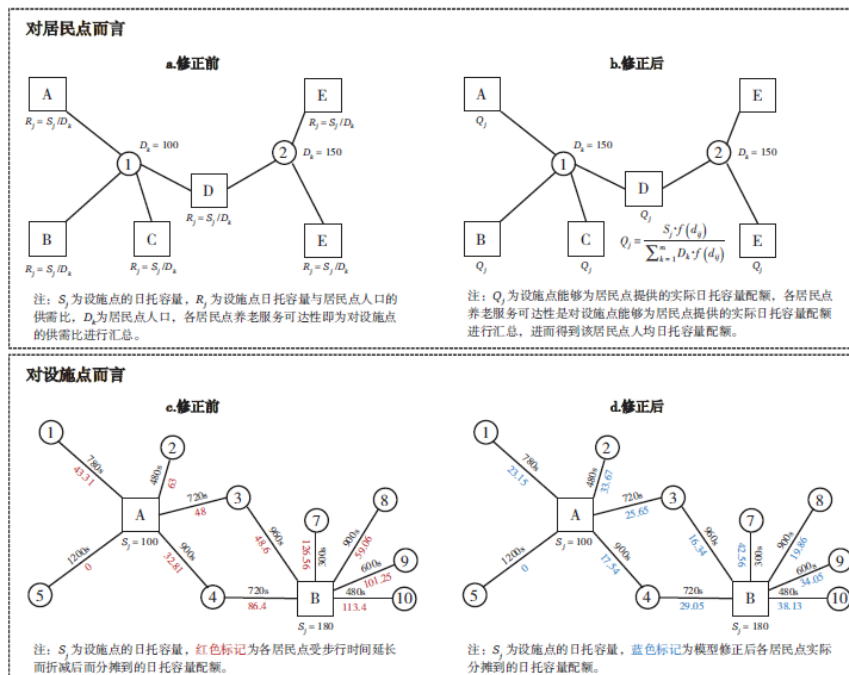


图 2 改进核密度型 2SFCA 的假定研究场景

1.2 研究对象和数据来源

1.2.1 研究对象

本文的研究对象为南京江南主城四区（包括鼓楼、玄武、秦淮、建邺）及其下辖的 38 个街道，行政面积达 259.62km²，2017 年，常住人口 339.6 万人。近年来，南京江南主城四区老年人口比重持续变大、增速变快，老年人口空间差异明显、老城区高度集聚。一方面，老年人口的高度集聚对江南主城四区的养老配套服务建设提出巨大挑战；另一方面，老年人口总量不断增长，老龄化程度进一步加深，社会对养老设施需求总量日益提高，供需结构矛盾日益凸显。总体而言，南京江南主城四区养老压力较大（图 3）。

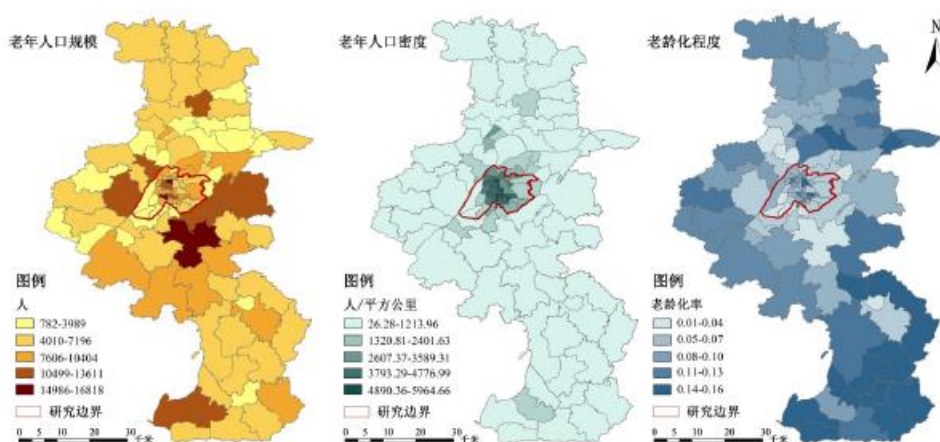


图 3 南京市域各街道老年人口分布特征

1.2.2 数据来源

本文涉及的研究数据包括：①南京江南主城四区街道行政区划数据，主要为 2015 年鼓楼、玄武、秦淮、建邺四区及其下辖的 38 个街道行政单元；②南京市第六次人口普查数据，包含各街道分年龄段人口统计；③房天下 2018 年居民点相关数据，共计 2700 条居民点信息，包含位置、户数等信息；④社区居家养老服务设施相关数据，数据来源于 2018 年南京市民政局官方统计文件，共计 326 家，设施信息包含位置、设施等级、建筑面积、日托容量（日均服务的老年人数）；⑤开放地图出行数据，利用开放地图出行数据对各居民点至各社区居家养老设施的步行时间、距离进行批量获取，规避了传统空间阻隔模型，如 GIS 交通网络模型（对路网质量要求较高，且忽略了到路口的折减）的局限性，在计算空间距离上采用路径距离，较大程度提高了数据的准确度。

1.3 技术路线

首先，构建老年人口微观测度模型，对南京江南主城四区各居民点的老年人口进行测算，以明确需求量及其空间分布状况；其次，基于 DS-2SFCA 模型对供需双方的实际匹配程度进行评估并与核密度型 2SFCA 进行对比分析，进而对可达性高低的形成机制予以剖析，以明确问题的导向性；最后，依据 DS-2SFCA 评估结果提出初步治理策略建议（图 4）。

图 4 技术路线

2 南京江南主城四区社区居家养老设施可达性测度

2.1 各居民点老年人口分布的微观测度

考虑到老年人口活动范围有限,一般围绕其居家展开,不具有较强的流动性,属于静止人口^[22],因此,本文将各居民点作为估算老年人口的质心点,并假定南京江南主城四区各街道老年人口均匀分布于街道居民点内(图 5)。首先,计算各居民点总人口,即通过网络爬取的各居民点户数信息乘以南京市第六次人口普查人户比(2.77),再将其与各街道老龄化率相乘得到各居民点老年人口数;其次,考虑到各居民点均存在空置情况,将各街道户籍人口数与该街道居民点测算人口的总和之比,定为该街道内居民点房屋空置率;最后,将各居民点测算人口数、该居民点所处街道的空置情况与老龄化率相乘得到各居民点实际老年人口,表达式经化简后如下:

$$N_i = M_i \cdot R_{ij} \cdot \frac{P_j}{\sum_{i=1}^n M_i} \quad (6)$$

式中: N_i 表示居民点 i 的老年人口数; M_i 表示第 i 个居民点内的户数; R_{ij} 表示第 j 个街道老龄化率; P_j 表示第 j 个街道的统计人口数。



图 5 南京江南主城四区居民点分布图

2.2 社区居家养老服务可达性测度

2.2.1 社区居家养老设施日托容量界定

截至 2018 年底,南京江南主城四区共有社区居家养老设施 336 家,其中,5A 级设施 10 家,4A 级设施 20 家,3A 级设施 167 家,2A 级设施 134 家,其余均为 1A 级,各等级设施的日托容量数据参照《2017 年南京社区居家养老服务组织评定标准》与抽样调研走访的方式获取:5A 级设施日托容量不少于 180 人,4A 级设施日托容量不少于 150 人,3A 级设施日托容量不少于 100 人,2A 级设施日托容量不少于 60 人,1A 级设施日托容量为 60 人以下。设施等级反映了设施的服务能级,等级越高,其日托容量越大,惠及的居民点越多,或各居民点能够分摊到的日托名额越多(图 6)。同时,考虑到研究群体的特殊性,老年人的活动圈层

一般以家为中心，步行时间上限约为 20min^[23]，在此范围内开展日常生活，故将作用域定为老年人分钟的步行时间范围，而对于超出设施点 20min 范围内的居民点，则视为超出老年人群活动上限，服务供给不可达。

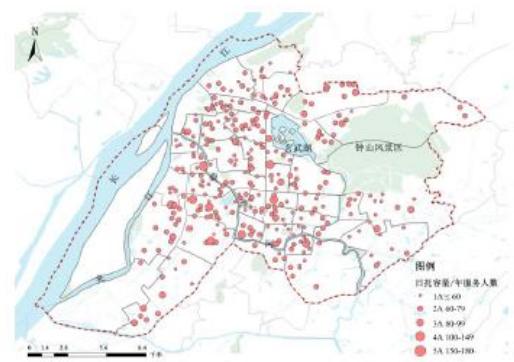


图 6 南京江南主城四区社区居家养老设施及居民点分布情况

2.2.2 社区居家养老设施有效服务半径界定

通过网络地图开源接口批量带人各居民点与设施点坐标，测得各居民点到各社区居家养老设施距离，参考 500m/10min（《上海 15 分钟社区生活圈规划研究与实践》）的老年人步行速度，以测度距离为准，修正各居民点到社区居家养老设施的时间，并代人核密度衰减函数中，计算得到各居民点获得社区居家养老设施日托容量配额的衰减系数。基于各居民点到社区居家养老设施的步行时间，通过 GIS 中 XY 转线工具，对 20min 用域内各居民点与社区居家养老设施进行 OD 连线。

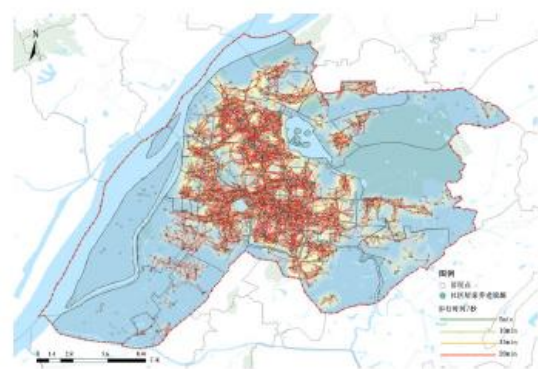


图 7 南京江南主城四区社区居家养老设施空间可达性 OD 连线

如图 7 所示，城市中部街道由于其道路网络较为密集，居民点在其 20min 范围内可以到达的社区居家养老设施 OD 连线较多，居民点空间可达性较高，设施对应的服务民居点多而集中。而外围街道的，居民点在其 20min 范围内可以到达的社区居家养老设施 OD 连线稀疏，其空间可达性较低，甚至不可达，设施对应的服务民居点少而分散。

2.2.3 测度结果比对

基于核密度型 2SFCA 与 DS-2SFCA 两种服务可达性模型测度结果，通过 GIS 反距离权重工具对各居民点的社区居家养老服务可达性进行插值分析并聚类。本文按照可达性数值的顺序结构对其进行五个等级的等距切分，并认定处于可达性高低的前后 1/5

的居民点为可达性较好、较差类型，中间 3/5 的居民点为可达性一般类型，使可达性好中差评价的数据聚集结构呈正态分布状（图 8）。

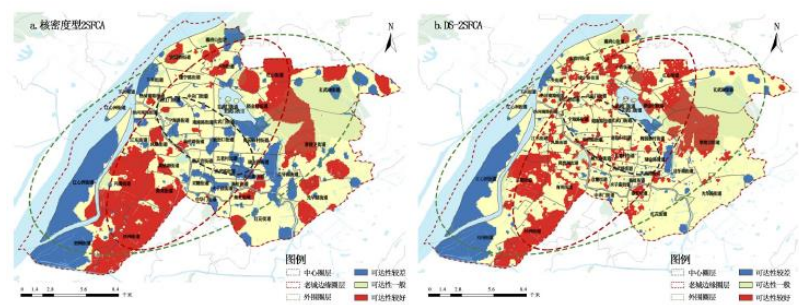


图 8 南京江南主城四区社区居家养老服务可达性计算结果

基于以上分类结果，统计各圈层内居民点可达性类型所占比，同时，对不同可达性类型进行赋值（可达性较好赋值为 3，可达性一般赋值为 2，可达性较差赋值为 1）；将各圈层内居民点居家养老设施可达性类型所占比乘以不同可达性类型的赋值（图 9），得到各圈层的可达性结果（图 10）。

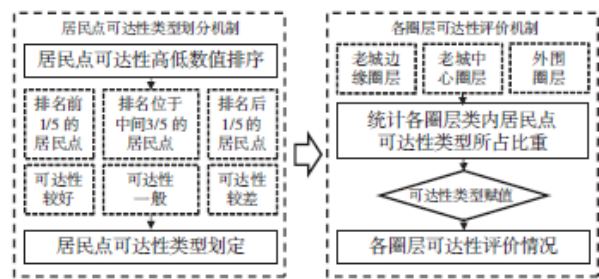


图 9 南京江南主城四区各圈层社区居家养老服务可达性评价机制

尽管两种模型的数值计算结果有一定差距，核密度型 2SFCA 的计算结果整体小于 DS-2SFCA 的计算结果（图 10），但二者所反映的空间分布态势（图 8）和数值分布（图 11）趋势大致相似，均呈现出“中间圈层可达性低，次外围圈层可达性高，最外围圈层可达性低”的“涟漪状”分布态势，说明两种模型的测度结果均有一定的合理性。需要指出的是，DS-2SFCA 模型的计算结果相较于核密度型 2SFCA 更具应用价值。相对于核密度型 2SFCA 测度结果的累积供需比的概念，DS-2SFCA 的测度结果颗粒度更为精细，对应单位居民点人均日托容量配额，即人均能够分配到的设施服务容量，其更加真实地反映了人与设施资源的匹配关系，为更为微观、准确分析可达性高低的形成机制，寻找需求侧缺口，弥补供给侧短板提供了可能。

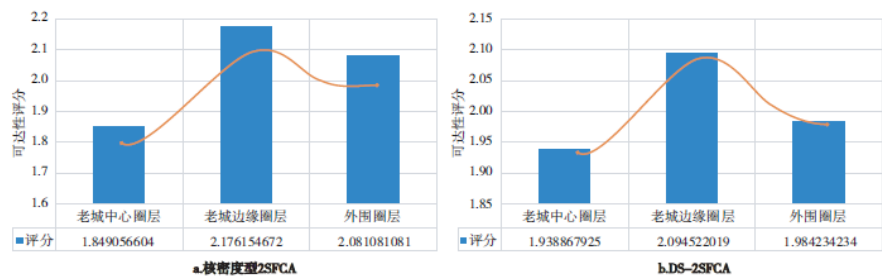


图 10 南京江南主城四区各圈层社区居家养老服务可达性评分

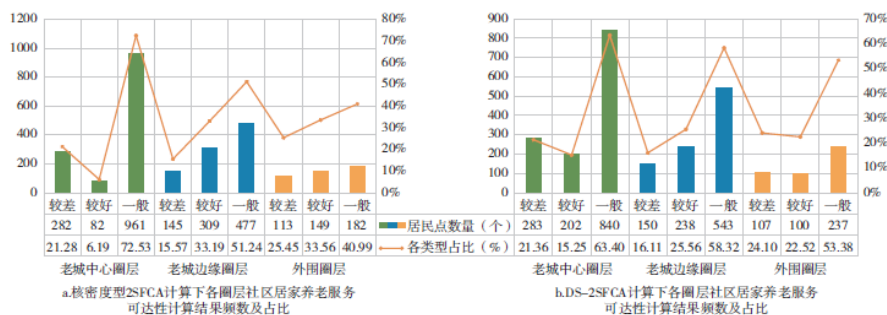


图 11 南京江南主城四区各圈层社区居家养老服务可达性类型分布图

3 社区居家养老服务设施供需匹配度空间分异及形成机制分析

3.1 设施供需匹配度空间分异特征

基于 DS-2SFCA 计算的可达性结果表明,南京江南主城四区社区居家养老服务可达性总体呈“圈层式”空间分布,老城边缘圈层社区居家养老服务可达性较好,外围圈层可达性一般,老城中心圈层可达性较差;从东北—西南向剖面来看,南京江南主城四区社区居家养老服务可达性数值高低总体上呈倒“V”型分布态势;同时,各圈层内社区居家养老服务可达性数值的高低呈非均质化分布。具体情况如下:

①中心圈层位于鼓楼中南部、玄武西南部、秦淮西侧地区,覆盖居民点 1325 个(占居民点总数的 49.07%)。其中,社区居家养老服务可达性较差的居民点 283 个(占比 21.36%),可达性一般的居民点 840 个(占比 63.40%),可达性较好的居民点 202 个(占比 15.25%),综合评分 1.93。总体而言,社区居家养老服务可达性最差。从供需点距离来看,密集、连续的交通路网大大缩短了该地区居民到养老设施的步行时间;同时,设施点分布于居民点附近,其空间匹配性较好。从供需规模方面来看,该地区为南京江南主城四区内老年人口最密集的地区,社区居家养老设施资源充足,但其所负担的老年人口较多,导致大多数居民点所能获得的日托容量配额反而较少。

②边缘圈层位于建邺东部及鼓楼北部、玄武偏北部地区,覆盖居民点 931 个(占居民点总数的 34.48%)。其中,社区居家养老服务可达性较差的居民点 150 个(占比 16.11%),可达性一般的居民点 543 个(占比 58.32%),可达性较好的居民点 238 个(占比 25.56%),综合评分 2.09。总体而言,社区居家养老服务可达性最好,但造成该圈层可达性最好的原因不尽相同。对于建邺东部地区而言(如兴隆街道、南苑街道、沙洲街道),为南京新城片区,这一地区老年人口相对较少,社区居家养老设施尽管不多,但设施点与各居民点间的距离较短,且设施点等级高负担的养老压力较强,因此,该地区可达性最好;而对于鼓楼北部、玄武偏北部地区而言(如小市街道、红山街道、锁金街道),老年人口分布则较为密集,但设施数量较多,居民点邻近设施点,因此也能较好满足该地区的养老需求。

③最外围圈层位于建邺西部、秦淮东南部、玄武西北部地区,覆盖居民点 444 个(占居民点总数的 16.44%)。其中,社区居家养老服务可达性较差的居民点 107 个(占比 24.10%),可达性一般的居民点 543 个(占比 53.38%),可达性较好的居民点 238 个(占比 22.52%),综合评分 1.98。总体而言,社区居家养老服务可达性一般。需要注意的是,该地区可达性高低存在极端化分布的现象。对于建邺西部地区而言(如江心洲街道、双闸街道),这一地区老年人口分布少,社区居家养老设施本身数量也少,且与各居民点距离较远,造成该地区社区居家养老服务可达性实际比老城中心圈层内的部分地区更差;而对于玄武西北部地区而言(玄武湖街道东西两侧及孝陵卫街道东侧、南侧),这一地区老年人口相较于老城而言数量不多,尽管设施点较少,但其依附

于居民点周边，使供需双方在距离和供需规模方面契合度较强、可达性较好（表 1）。

表 1 南京江南主城四区各圈层居民点社区居家养老服务可达性评价

类型	子类	所属圈层	老年人口聚集度	设施资源集聚度	供需点距离	可达性评价	可达性总体评价
I	I	老城中心圈层	高	高	近	较差	较差
	II-a	老城边缘圈层（西南侧）	较低	较低	近	较好	较好
II	II-b	老城边缘圈层（东北侧）	较高	较高	近	较好	
III	III-a	外围圈层（西南侧）	低	低	远	较差	一般
	III-b	外围圈层（东北侧）	较低	较低	近	较好	

3.2 居家养老设施供需匹配度空间分异机制分析

3.2.1 老年人口空间分布与居家养老设施供需匹配度的关系

南京江南主城四区的老年人口分布与其“多心开敞、轴向组团”的城市空间格局大致相似，主要集中于放射状交通轴线两侧，并以新街口、河西、瑞金路等多个城市级中心为支撑，形成沿中山北路—中山路—中山东路等城市重要交通轴线分布的“串珠状”布局（图 12）。南京江南主城四区的老龄化空间分布模式与城市形态、城市地貌特征及我国计划经济体制下的住房政策有着密切关系。在中心圈层，由于我国早期实行计划经济体制，一些国有企业、政府单位和科研院所职工的居住空间往往被集中分布在老城区，在旧城改造过程中也得以留存，又因为所在区位较好、配套完善，致使大量老年人口仍愿意居住于此。该类地区老年人口数量较多、密度都较高，其养老设施需求量较大，导致居家养老设施供需匹配度较低。而外围圈层由于多为新城区，原居民较少，且对中心圈层老年人口吸引力较弱，尽管养老设施需求量较小，但养老设施缺乏或设施可达性较差，导致设施供需匹配度也相对较低。处于中心圈层和外围圈层过渡区域的老城边缘圈层地区，其老年人口数量适中，养老设施适量或设施可达性较好，居家养老设施供需匹配度总体较为理想。

3.2.2 城市交通微循环系统对设施供需匹配度的影响

交通出行时间的长短直接影响着老年人对社区居家养老设施的选择，通常老年人由于身体机能的退化，出行能力有限，往往更倾向于离家较近的设施，采用步行或短程公交的形式前往。南京江南主城四区的路网密度与其人口的分布特征具有一定的相似性，但二者对养老服务可达性的作用机理却存在一定分异。

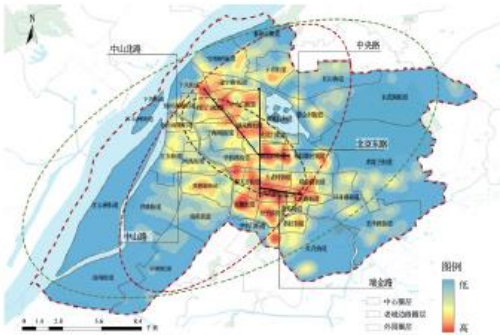


图 12 老年人口分布与养老设施供需匹配度分异情况关系

在中心圈层，道路网密布，尤其是城市街巷等微循环系统发达，老年人能够通过走街串巷更方便到达日托服务点，在压缩了步行时间的同时，一定程度上也增加了该区域养老设施的服务半径，提升了养老服务供需匹配度；老城边缘圈层交通路网建设相对成熟，尽管总体路网密度不及中心圈层，但道路网主要集中在居民点与设施点附近，分布较为合理，其通达性也较强，居家养老设施与老年人口匹配度较好；而外围圈层基本是新城地区，路网密度较低，建设水平参差不齐，有些地区规划布局较为合理，居民点与设施之间的契合度紧密，养老服务设施供需匹配度较好，也有一些地区由于建设滞后（如江心洲街道），存在较多的断头路，致使其交通通达性较弱；同时，由于街区尺度过大，超出了老年人的步行承受范围，因此，这一区域养老服务设施供需匹配度总体评价一般（图 13）。

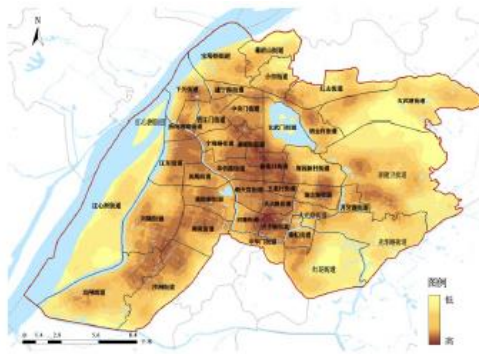


图 13 城市道路网密度与养老设施匹配度分异情况关系图

3. 2. 3 设施环境与服务质量对养老设施有效服务半径的影响

社区居家养老设施的周边环境及配套设施完善情况也对养老设施的有效服务范围存在较大影响。随着老年人口消费力的提升，老年人对于服务品质的追求也在提高，对于设施配套服务的多元化与高品质、内部环境的整洁与优雅都有较高的要求，这也直接影响着老年人对于养老设施的选择。实地调查发现，设施外部环境对设施的竞争力存在较大影响，环境优美、服务完善的养老设施往往吸引更多老年人口集聚于此，可以有效扩大设施的有效服务半径。但在不同圈层，表现出不同的影响程度。

中心圈层以新街口街道为例，该地区人多地少，对养老设施需求较大，由于土地资源紧张，设施基本就是“见缝插针”，设施外部环境质量也较差，有些设施甚至位于城市交通干道附近，设施内部家具老旧，卫生较差，护工专业水平较低，尽管这些不利因素让这一区域养老设施的供给能力受到约束，但由于需求大，其有效服务半径仍较大。老城边缘圈层以兴隆街道为例，养老用地宽松，设施内部环境总体发展良好，设备齐全、功能完善、专业化高，且设施多位于公园绿地附近，自然景观众多，吸引了更多老年人聚集于此，实际使用率相对较高，这也扩大了该区域养老服务设施的有效服务半径。外围圈层主要是一些新城，以双闸街道为例，其建设时间较晚，设施配套完善、容量较大，设施外部环境较好的养老设施服务半径较大。但由于该地区老年人口分布较少，供过于求，导致一些环境和设施配套一般的养老设施存在实际利用率较低的现象。

4 结论与讨论

4. 1 结论

本文通过对设施可达性测度方法的改进，对南京江南主城四区范围的居家养老服务设施供需匹配情况进行详细评估，结果表明：①改进后的两步移动搜索法和传统两步移动搜索法的可达性计算结果整体相似，说明两种模型的测度结果均有一定的合理性，符合基本事实，但前者将后者累计供需的相对概念修正为人均日托容量的绝关系，真实地反映了人与设施资源的匹配关系，为更为微观、准确分析可达性高低的形成机制、寻找需求侧缺口、弥补供给侧短板提供了可能。②南京江南主城四区社区居家

养老服务供需匹配程度总体呈“圈层式”空间分布特征，老城边缘圈层社区居家养老服务设施与老年人口供需匹配度较好，外围圈层一般，老城中心圈层较差。从东北—西南向剖面来看，总体上呈倒“V”型分布态势。同时，各圈层内部服务设施与老年人口供需匹配度呈非均质化分布状态。③除老年人口空间分布、城市交通微循环系统外，设施服务质量与周边环境也是养老设施可达性的主要影响因素，但在不同圈层影响程度有显著差异。

4.2 讨论

通过对南京江南主城四区社区居家养老服务设施供需匹配度分异特征的分析发现，不同圈层形成分异的原因各有不同。就如何提升养老设施供需匹配度而言，笔者认为：①中心圈层，由于新建成规模的养老服务设施存在一定困难，可以利用老旧公共设施替换功能以增加基层设施点、降低小区或单位大院封闭性以提高设施可达性等方法，提升居家养老服务供给。②老城边缘圈层，养老用地宽松，设施环境总体发展较好，周边自然环境较好，可以此为基础，提供医养结合的多层次、多元化的养老服务，打造区域养老服务品牌，吸引中心圈层老年人口接受服务；外围圈层，由于交通不便、生活设施不完善以及街区尺度过大等原因，可根据居民点的规划布局，结合老年人口数量现状，分期建设，控制养老设施配置规模，提高养老设施供给效率，避免造成资源浪费；同时，可重点发展高品质养老，如度假型老年社区等，提高区域养老服务供给。此外，设施周边一定范围内（特别是 1000m 范围内），城市道路的可步行性是影响居家养老服务设施有效服务半径的重要因素。

另外，本文改进的 2SFCA 扩展形式模型，是在众多研究者已有基础上进行的探索，尽可能考虑更多因素，更为真实地反映老年人口与养老设施的现实匹配情况，却也存在一定不足，如可达性分析中包含了一个假设，即所有的设施资源都得到最优配置和充分利用，这一假设只有在完全理想的条件下才能实现。现实中由于养老设施的环境条件、护工人员素质，老年人口的收入、选择偏好等因素都会造成部分设施资源未被有效利用等问题，均有待进一步探讨。

参考文献：

- [1]周婕.城市老龄人口空间分布特征及演变趋势[J].城市规划,2014,38(3):18-25.
- [2]彭菁,罗静,熊娟,等.国内外基本公共服务可达性研究进展[J].地域研究与开发,2012,31(2):20-25.
- [3]Rosa D L. Accessibility to greenspaces: GIS based indicators for sustainable planning in a dense urban context [J]. Ecological Indicators,2014,42: 122-134.
- [4]吴超,王其东,李珊.基于可达性分析的应急避难场所空间布局研究——以广州市为例[J].城市规划,2018,42(4):107-112,124.
- [5]陈洁,陆锋,程昌秀.可达性度量方法及应用研究进展评述[J].地理科学进展,2007(5):100-110.
- [6]刘正兵,张超,戴特奇.北京多种公共服务设施可达性评价[J].经济地理,2018,38(6):77-84.
- [7]王远飞,张超.GIS和引力多边形方法在公共设施服务域研究中的应用——以上海浦东新区综合医院为例[J].经济地理,2005,25(6):800-803,809.
- [8]宋正娜,陈雯,车前进,等.基于改进潜能模型的就医空间可达性度量和缺医地区判断——以江苏省如东县为例[J].地理科学,2010,30(2):213-219.

-
- [9] 胡瑞山, 董锁成, 胡浩. 就医空间可达性分析的两步移动搜索法——以江苏省东海县为例[J]. 地理科学进展, 2012, 31(12): 1600-1607.
- [10] 李孟桐, 杨令宾, 魏冶. 高斯两步移动搜索法的模型研究——以上海市绿地可达性为例[J]. 地理科学进展, 2016, 35(8): 990-996.
- [11] 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.
- [12] 王奇. 基于改进两步移动搜索法的上海市医疗服务可达性分析[D]. 武汉: 武汉大学, 2019.
- [13] 陶卓霖, 程杨, 戴特奇, 等. 公共服务设施布局优化模型研究进展与展望[J]. 城市规划, 2019, 43(8): 60-68, 88.
- [14] 任若菡, 王艳慧, 何政伟, 等. 基于改进的两步移动搜寻法的贫困区小学教育资源空间可达性分析——以重庆市黔江区为例[J]. 地理信息世界, 2014, 21(2): 22-28.
- [15] 王绮, 修春亮, 魏冶, 等. 基于高斯两步移动搜索法的沈阳市就业可达性评价[J]. 人文地理, 2015, 30(2): 78-82.
- [16] 魏冶, 修春亮, 高瑞, 等. 基于高斯两步移动搜索法的沈阳市绿地可达性评价[J]. 地理科学进展, 2014, 33(4): 479-487.
- [17] 张鹏飞, 蔡忠亮, 张成, 等. 基于 E2SFCA 的城市旅游景点的潜在空间可达性分析[J]. 测绘地理信息, 2015, 40(1): 76-79.
- [18] Wang F, Tang Q. Planning toward equal accessibility to services: a quadratic programming approach [J]. Environment and Planning B: Planning and Design, 2013, 40(2): 195-212.
- [19] 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.
- [20] 金淑婷. 可达性视角: 转型期混合、分级诊疗制度下的中国医疗卫生服务空间公平性研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2017.
- [21] 张铭晓. 基于道路网络中心性分析的医疗空间可达性研究[D]. 武汉: 武汉大学, 2016.
- [22] 王德, 任熙元. 日常流动视角下的上海市实有人口分布与流动性构成[J]. 城市规划学刊, 2019(2): 36-43.
- [23] 井晓鹏, 张海楠, 葛娴娴. 需求导向下的西安市老城区养老设施布局研究[J]. 城市发展研究, 2018, 25(10): 144-150.