

DOI: 10.13791/j.cnki.hsfwest.20240405

汪瑜娇, 李金泽, 唐芃. 人本视角的多层级城市医疗卫生服务设施可达性评价——以南京市为例[J]. 西部人居环境学刊, 2024, 39(4): 31-37.

WANG Y J, LI J Z, TANG P. Assessment of multi-level urban healthcare facility accessibility from a human-centric perspective: A case study of Nanjing[J]. Journal of Human Settlements in West China, 2024, 39(4): 31-37.

# 人本视角的多层级城市医疗卫生服务设施可达性评价\*

## ——以南京市为例

### Assessment of multi-level urban healthcare facility accessibility from a human-centric perspective: A case study of Nanjing

汪瑜娇 李金泽 唐芃 WANG Yujiao, LI Jinze, TANG Peng

**摘要:** 利用精细化的城市数据, 本研究以居住小区为分析主体, 通过多视角评估和居住单元聚类, 分析城市医疗卫生服务设施的可达性。首先, 以人为本的视角, 基于现行医疗卫生服务体系, 整合了城市和社区三个层级中提供居民日常保健服务的设施数据。其次, 模拟居民视角, 提出了丰富度、便利度和基于三步搜索法(3SFCA)的匹配度三项指标。针对南京市中心城区的实证研究发现, 各项指标的评价结果在数量分布及空间分布具有显著差异, 同时部分指标呈现出了跨层级的相关性。通过K-means聚类方法对居住单元进行分组, 进一步揭示了医疗可达性的空间分布模式以及与居住人口特征的关系, 为提升城市宜居性提出针对性措施。

**关键词:** 医疗卫生服务设施; 人本视角; 可达性; 城市大数据; 聚类分析

**Abstract:** Public healthcare service is a key focus in the construction of healthy cities. The rational allocation of urban healthcare facilities (UHCFs) is crucial for promoting urban equity and enhancing residential satisfaction. Urban big data provides support for evaluating the accessibility of public facilities, while numerous studies have been conducted on UHCFs, there are two main issues to be solved. First, the healthcare service system, comprising public health services, medical services, and pharmaceutical supply, forms a hierarchical and collaborative structure, thus the consideration of differences and coordination across the level is required in researches on UHCFs allocation. Second, existing studies often reflect evaluation results in larger urban units such as districts, streets, and communities, which fail to accurately measure the accessibility of primary healthcare services and reflect residents' needs and living differences. Therefore, this study aims to propose a human-centric accessibility evaluation system on multi-level UHCFs.

In advance of large-scale and high-precision new data, this study evaluates residents' accessibility to resources from a more micro perspective with residential neighborhoods used as the analytical unit. Based on existing types of healthcare facilities and residents' daily healthcare behaviors, it categorizes the facilities into three types: city hospitals, primary healthcare facilities (including clinics, health centers, and community health service centers), and other healthcare facilities (such as pharmacies and health service shops). It then proposes three indicators—richness, convenience, and matching, to reflect different aspects of residents' needs. The richness index quantifies the diversity of resources available to residents, measured by the number of accessible facilities around a residential area. The convenience index reflects the shortest distance from various levels of facilities to residential points. Considering competition for high-quality resources, the matching index assesses the alignment between resource supply and residents' needs, using the three-step floating catchment area (3SFCA) method. Overall, the accessibility evaluation system comprises eight indicators at the city and community levels. This methodology was applied to the central area of Nanjing, revealing the spatial and quantitative distribution of residential units with varying accessibility. Subsequently, K-means clustering of residential units was employed to understand the characteristics of multi-indicator accessibility types.

The research results indicate significant differences in the distribution and spatial patterns of various indicators. The indicators of each dimensions are distinctly directional, revealing differences in outcomes. For instance, in the city center where hospital distribution is dense, the high attraction of medical facilities and population density leads to intense competition, resulting in lower matching scores. The spatial patterns of accessibility for different types of facilities is not consistent. City hospitals in the central area of Nanjing are well-planned spatially, showing minimal disparities in accessibility across different regions. Conversely, the accessibility of primary healthcare facilities is significantly influenced by location. The accessibility of other healthcare facilities, in particular, varies greatly due to market-driven factors and a lack of macro-level regulation. However, some indicators exhibit cross-tier correlations, with a clear relationship between the richness of different levels of facilities. Various levels of healthcare facilities work in tandem to ensure

中图分类号 TU 984.14

文献标识码 B

文章编号 2095-6304 (2024) 04-05-07

\*国家自然科学基金面上项目(52178008)

#### 作者简介

汪瑜娇: 东南大学建筑学院, 博士研究生

李金泽: 东南大学建筑学院, 博士研究生

唐芃(通讯作者): 东南大学建筑学院, 教授, tangpeng@seu.edu.cn

residents' daily health needs. These findings validate the necessity of a multi-tiered, multi-perspective evaluation approach.

The evaluation results for the city center exhibit a gradual trend, while the peripheral areas show more drastic changes. Based on accessibility indices, residential units were clustered into eight groups. Types 1 to 5 have relatively balanced indices, whereas Types 6 to 8 display significant deviations from the average. These clusters exhibit distinct spatial distribution characteristics within the city. Representative residential units from each cluster were selected to analyze the relationship between accessibility landscapes and residential population characteristics. Subsequently, targeted measures were proposed to enhance livability for each cluster. This demonstrates the advantage of using residential units as the basis for reflecting the residents' perspective and for conducting refined evaluations.

Overall, the evaluation method proposed in this study provides an effective means for fine-grained understanding of resource distribution, helping to reveal disparities in public health resource accessibility among different residential groups and offering targeted improvement suggestions. This method can be applied in future research to establish a comprehensive information platform, addressing issues such as the updating of urban medical resources, urban area expansion, and population growth, ensuring timely review and feedback. It provides scientific basis and decision support for urban public health resource planning and encourages residents to understand and participate in community development.

**Keywords:** healthcare service facilities; resident's perspective; 3SFCA; urban big data; clustering analysis

## 0 引言

强化覆盖全民的公共卫生服务、提供优质高效的医疗服务是当前“健康中国”建设的重点之一。当前城市精细化治理进程中,医疗卫生服务成为健康城市建设不可忽视的焦点<sup>[1]</sup>。在其系统架构中,城市医院、基层卫生医疗机构以及药品、保健相关的服务设施分层协作,共同为居民提供日常健康诊疗和咨询服务。然而,各级医疗设施资源分配不公平、特定类型的医疗设施存在短板仍然是目前城市中医疗卫生资源结构问题的主要表现<sup>[2]</sup>。

地理信息系统 (Geographic Information System, GIS) 和城市大数据工具的发展,辅助实现了多维度、大范围的设施配置量化分析,使有限的资源尽可能覆盖最大范围、公平分配给不同地区<sup>[3]</sup>。早期研究可视化设施数据在地图中的分布,定性分析设施的集聚情况、覆盖范围<sup>[4]</sup>,或结合空间几何计算,利用核密度、最近邻指数、sDNA等指标实现量化<sup>[5]</sup>。随着数据获取渠道的丰富,研究引入人口数据、居住点数据、路网数据等,丰富了评价维度和实用意义。综合多源数据的可达性 (accessibility) 评价被广泛用于公共设施评价中,此类评价更加关注以服务对象为中心的测算,旨在实现不同地区的居民平等地享有资源保障<sup>[4]</sup>。仅考虑空间层面,获取设施的数量和距离可作为衡量可达性的方法<sup>[6-7]</sup>,而为了考虑了设施对居民的差异化吸引<sup>[8]</sup>,引力模型被引入可达性计算,通过两步搜索法 (2SFCA)<sup>[9]</sup>等方法结合设施的承载力、居民的需求,评估供求关系下的可达性<sup>[10-11]</sup>。当前的设施配置相关研究的发展趋势显示,在新数据环境背景下,定量城市研究向大范围、高精度发展,围绕人本视角、将宏观维度的数据与微观视角结合<sup>[12]</sup>。

城市医疗卫生设施 (Urban Healthcare Facilities, UHCfs) 属于城市公共服务设施五大类之一<sup>[13]</sup>,服务主体是城市中的每一个个体居民,因此,其配置研究充分居民视角的需求。已有的研究涉及城市或社区层级的各类设施配置。城市医院的可达性受到广泛研究,其中一些研究尝试考虑个体决策的有限理性和行为模式对供需关系的影响,例如,利用GDLC模型模拟居民对优质医疗的竞争<sup>[14]</sup>、整合总差旅成本分析三级医院的可达性<sup>[15]</sup>、基于不同时段的交通拥堵情况评价应急设施可达性<sup>[16]</sup>以及考虑不同人群对医疗服务的需求特征分年龄段的可达性评价<sup>[17]</sup>。此外,由于近年来突发公共卫生事件频发,应急医疗设施的配置也受到关注<sup>[18-19]</sup>。而基层卫生服务设施的研究通常关注

更小的社区尺度,基于居民日常保健需求,衡量“15分钟生活圈”内的设施配置<sup>[20]</sup>,包括诊所、社区服务中心、护理中心等多种基础卫生设施<sup>[21]</sup>。尽管已有研究从客观布局角度和个体需求角度提出了多种模型方法,但仍然存在两个尚未解决的问题。首先,关于设施可达性的研究多将评价结果反映到城市中的区、街道、社区等单位中,难以精细反映服务范围较小的基层设施对居民的可达性差异。相关研究通常关注单一层级或类型的UHCfs,较少考虑医疗卫生系统的架构下分级分类设施的差异及相互配合作用<sup>[22]</sup>,而药店等提供日常健康需求的保健设施的辅助作用几乎未被纳入考虑<sup>[23]</sup>。

本研究针对居民日常的就医保健需要,综合考虑UHCfs的多层级特点,采取小尺度的居住小区作为研究单元;围绕可达性的不同维度,分别从丰富度、便利度以及匹配度评价南京中心城区设施配置。基于居住单元主体,通过机器学习方法实现聚类分析,揭示了医疗可达性的空间分布模式以及与居住人口特征的关系,并为提升城市宜居性提出针对性措施 (图1)。

## 1 数据获取和评价方法

### 1.1 基础数据集构建

#### 1.1.1 数据选取和获取方法

设施配置中研究单元的选择与人口数据的获取密切相关。以县区、街道为分析单元,结合人口统计数据,适用于市域范围内设施服务范围较大的布局分析<sup>[24]</sup>;以社区或划分均等的格网作为分析单元,结合人口栅格数据和建筑影像数据、夜间灯光数据等,可以实现更精细的测算,识别居住群体和居住条件<sup>[25-26]</sup>。考虑到街道、社区行政区划

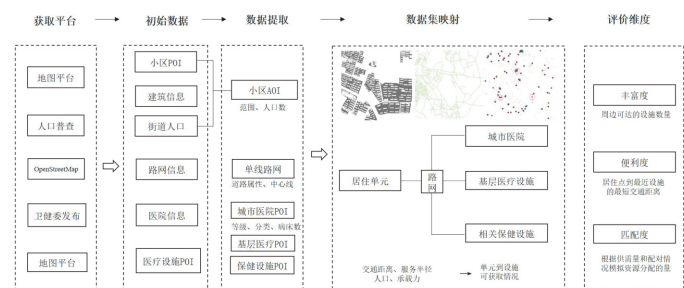


图1 多层次医疗卫生服务设施可达性评价方法框架

Fig.1 overview of evaluation method for multi-level urban healthcare facility accessibility

方式或网格的地理划分方式,与居民区的空间分布并不完全一致,本研究选择居住小区作为研究单元,旨在建立更加符合居民视角的评价方式。具体方法为:通过调用百度开发地图平台提供的API获取居住小区与建筑AOI数据,关联统计居住小区的建筑数据,继而依据各街道人口总数和建筑面积估算小区人口。

医疗卫生服务系统由公共卫生服务体系、医疗服务体系、药品供应保障等,共同形成分工明确、密切协作的整合型体系<sup>[27]</sup>。其中,医院按照规模、人员设备配置等划分为三级,一级医院为基层医疗设施、卫生院,二级及以上的医院为地区性医院;按照医院从事的病种类型,又分为综合医院、专科医院、康复医院等,综合型医院包括各项医院分科,而专科医院如肿瘤专科、口腔专科,仅从事一个或少数几个医学分科<sup>[28]</sup>。本研究关注居民日常的医疗保健需求,研究对象可划分为城市医院、社区医疗设施以及相关保健设施三类。具体而言,本文的城市医院包括二级、三级的综合型医院,基层医疗设施包括一级医院、社区卫生服务中心和服务站以及私立诊所等<sup>[13]</sup>;而相关保健设施包括药店、保健用品和保健服务店、口腔、视力、助听、心理、康复等,它们为居民提供日常健康咨询、健康服务和健康用品,配合基层医疗设施或提供特定类型的保健需求,在本研究中也作为一项研究类别。

不同层级设施的地理信息和等级、承载力信息获取渠道有所差异。首先,根据卫健委发布的南京地区二级以上医疗机构名单<sup>[29]</sup>提取综合医院名称,关联医学百科网<sup>[30]</sup>补充相应等级及对应的名称、等级、规模(病床数)等信息。其次,通过百度地图获得各层级设施POI,依据关联的分类、名称信息筛选清理。关联地理位置信息和机构信息,构建三个层级的公共医疗卫生设施数据。

### 1.1.2 研究范围和数据概况

研究实例的范围为南京市中心城区,根据南京市总体规划,由南京主城区及仙林、江北、东山三副城组成。主城区医疗设施丰富,同时也有大量新旧混杂的高密度居住区,资源竞争大;而周边新区不断建设,相关设施也在完善过程中。因此,该区域内UHCFs的配置的研究能够为新区基础设施建设完善和老旧社区改善提供数据支撑。

研究构建的数据集包括涉及研究范围的居住单元、各级设施点以及道路网络等(图2)。共获取研究区域内有效居住单元3 380个,包含居住小区、公寓、宿舍等类型。整体分布表现为靠近城市中心居住区单元尺度小、密度高,周边单元尺度逐渐扩大、密度降低。获取南京市二级以上的综合医院,并排除远离研究范围的高淳区人民医院以及溧水县人民医院,得到城市医院POI共30个。其中,主城区内医院以鼓楼区分布最为集中、设施规模最大,总床位数占据57%;各副城中,以江北新区医院分布最多。社区医疗设施1 260个,在主城区中心分布集中,在秦淮区、鼓楼区以及江北、东山两副城相对分布较多。相关保健设施4 644个,分布情况与社区医疗设施相近。

## 1.2 多维评价指标构建

对于城市人居环境的评价体系构建,需要符合全面性、层次性、针对性、可比性原则<sup>[31]</sup>。基于现有研究,可达性可以涵盖可获得性、空间可达性以及可容纳性等维度。本研究从居住视角出发,将可达性概括为丰富度、便利度以及匹配度三个维度,分别表示居民选择的多样

性、到达设施的交通距离以及考虑资源竞争的供求平衡情况。针对各级UHCFs的特征,建立各维度指标的量化计算方法,并根据评价结果进一步分析三个维度之间的差异性和关联性。

### 1.2.1 丰富度

丰富度指标旨在反映居民可获得资源的多样性,量化为居住区周边可达的设施数量。在城市尺度上,由于城市综合医院数量有限、承载力强,居民为了获取更优的医疗服务资源的跨区域就医行为十分常见。因此,本文根据非机动车、公共交通、机动车等方式在20 min内可达的距离,划定了3 km、5 km、10 km三个服务半径,并基于路网建立三级缓冲区间。累计居住单元被缓冲区覆盖的总次数,评估设施丰富度:

$$A_i^{\text{Hospital}} = \sum_{e \in \{3 \text{ km}, 5 \text{ km}, 10 \text{ km}\}} n_{ie} \quad (1)$$

对于基层卫生服务设施资源,研究遵循社区“15分钟生活圈”<sup>[32]</sup>的规划导则,将每个设施点的服务半径设定为15 min步行路程范围,统计各居住区AOI被社区医疗设施和相关保健设施的服务范围覆盖的次数。

### 1.2.2 便利度

除周边分布的丰富程度外,居民视角下同样需考虑获取资源的便利程度。以上述范围作为距离阈值,基于路网统计阈值内各级设施到居民点的最短距离,并将其中的最小值作为便利度指标:

$$C_i = \min \{d_{ij}\}_{j=1}^m \quad (2)$$

其中, $m$ 为阈值内设施总数, $m$ 为0时需扩大搜索范围。对于相关保健设施,由于其类型多样、分布相对密集,居民对于其丰富度要求较高,而计算到达某单一类型的设施实际意义较小,因此对便利度不做考虑。

### 1.2.3 匹配度

设施的资源供给与居民需求的匹配情况也是居民视角可达性评



图2 南京中心城区数据集可视化  
Fig.2 visualization of the Nanjing central area dataset



价的重要指标。计算此类可达性时,需要将设施点和服务点的供需关系、资源承载力和人口规模纳入考虑<sup>[3]</sup>。其中,两步移动搜索法是设施可达性计算的常用方法,以有效服务半径为阈值,分别从设施点搜索范围内的服务点和从服务点搜索设施点,依据人口和承载力计算供需比<sup>[15]</sup>。在设施点的供给量的分配方法上,不同学者考虑了各类距离衰减系数表达以及服务范围的拓展<sup>[33]</sup>。而3SFCA在传统的两步移动搜寻过程之前,增加一步包括全部需求点和设施在内的搜寻,计算服务点*i*与设施*j*之间的选择权重,模拟设施之间的竞争<sup>[34]</sup>,不同学者在此基础上改进模型应用于UHCFs配置研究<sup>[13, 19]</sup>。

本研究采用的改进的3SFCA中,考虑居民选择意愿受到距离、设施承载力的影响,以引力模型计算服务范围内各设施点对居民的吸引力,作为居民选择的权重。具体操作方法为:

第一步,由居民点*i*搜索所有可达的设施点,根据设施规模和距离衰减——计算选择的权重。利用引力模型计算*j*对*i*的吸引力 $A_{ij}$ :

$$A_{ij} = \frac{M_j}{D_{ij}^\beta} \quad (3)$$

其中, $D$ 为服务点与设施点的距离(单位:km), $\beta$ 为距离衰减系数,通常取值为1、1.5、2,取值越大则表示居民选择医院受到距离增大的阻力越大。

用人口表达需求量,则服务点*i*对设施点*j*的需求量 $N_{ij}$ 为:

$$N_{ij} = p_i \cdot \frac{A_{ij}}{A_i} = p_i \cdot \frac{A_{ij}}{\sum_{k \in \{d_{ik} < d_k\}} A_{ik}} \quad (4)$$

其中 $p_i$ 为居住点*i*的人口数, $d_k$ 为设施点的服务范围。

第二步,对任意具有承载力 $M_j$ 的设施点*j*搜索所有服务范围内的居民点,按照上步的需求量分配承载力;此处由于考虑选择意愿,供应量并非按人口规模均等分配,因此居民点*i*由设施点*j*获得人均资源量 $E_{ij}$ 为:

$$E_{ij} = \frac{M_j \cdot N_{ij} / N_j}{p_i} \quad (5)$$

第三步,根据居民点*i*可达的所有设施点,计算可获得的总的资源量 $E_i$ ,即为可达性:

$$E_i = \sum_{j \in \{d_{ij} < d_j\}} E_{ij} \quad (6)$$

本研究距离衰减系数 $\beta$ 取1.5,城市医院的承载力选用病床数表示;基层医疗机构类别众多,一般将社区服务中心承载力设为100,社区服务站、卫生所、私人诊所承载力设为50。医院的中断值设置为25 min车行的距离,社区医疗设置为25 min步行距离。研究中利用ArcGIS平台的网络分析,获取各设施阈值内的所有居民点到设施点的连接关系和通行距离。

另外,居民选择保健设施的意愿依靠实际需求,其类型多样、数量繁多,因此不考虑选择意愿和承载力的不同,将匹配度计算公式简化为:

$$\begin{cases} N_{ij} = \frac{P_i}{m} \\ E_i = \sum_{j=1}^m E_{ij} = \sum_{j=1}^m \frac{N_{ij}}{P_i \sum_{k=1}^n N_{kj}} \end{cases} \quad (7)$$

## 2 南京市中心城区可达性和居住单元聚类

### 2.1 评价结果分布

南京市中心城区内所有居住单元的各项指标的数量分布(图3)呈现出以下特点:在指标维度上,三个维度的数据分布存在显著差异;在设施层级上,基层和保健设施数量分布相近,而与城市医院层级的分布差异较大。具体来说,南京中心城区范围内的居住单元可获得的城市医院的丰富度相对均匀,而基层医院和基层保健设施的丰富度呈现正偏态分布,峰值低于平均值和中位值,且两者之间存在较大的差异。此外,个别居住单元存在丰富度为0的情况,而少数地区的设施密集程度则远超其他地区,表现出明显的优势。城市医院和基层医院的便利度指标均呈现负偏态分布,一些地区的交通距离极端,分别达到10 km和3 km。城市医院的匹配度峰度较高且分布集中,而其他两个层级的匹配度整体呈现负偏态分布,各级设施的匹配度存在较大的极端值,部分居住单元的匹配度极高。

空间分布的可视化中采用几何分隔法将每项指标分为十个等级(图4)。总体而言,城市医院的可达性呈现渐变式分布,但三项指标高低值分布均有所不同;另两项基层设施的数据整体分布与城市医院层级相近,但中心化的特征相对不显著,局部存在较多突变。

从丰富度来看,城市医院丰富度整体展现出从主城区中心向外衰减的趋势,而基层医疗设施和基层保健设施均呈现多中心的分布特点。各区周边及仙林副城的基层医疗设施和保健设施丰富度偏低,部分居住小区在步行15 min范围内无任何可达设施;在老城中心和江北、东山副城中心丰富度较高。城市医院的便利度的分布情况则呈现由各区中心区向周边便利度降低趋势,而社区医疗便利度分布中心化特征较弱,且与丰富度并分布不完全一致。

从便利度来看,城市医院便利度的分布表现为鼓楼区、秦淮区、仙林副城的居住小区整体便利度较高,而东山、江北副城以及玄武区便利度低的居住小区占比较多。基层医疗资源便利度方面,部分远离城市中心的居住小区距离达到3 km以上。仙林副城等区域整体表现出

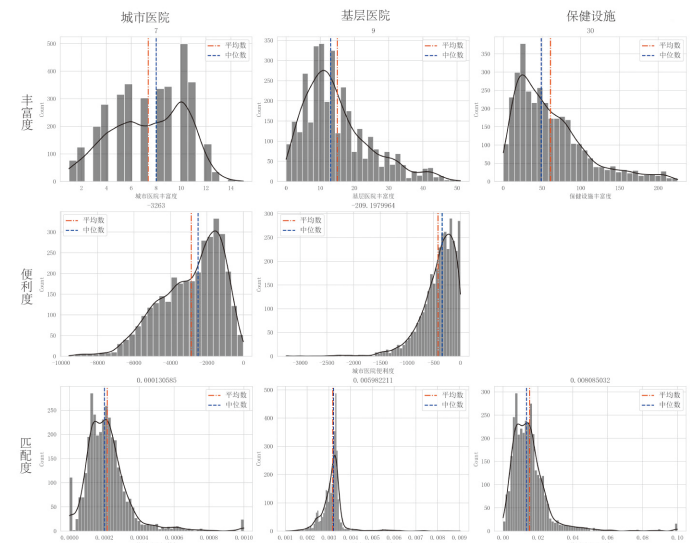


图3 南京市中心城区多层次设施可达性指标数量分布  
Fig.3 distribution of accessibility indicators of multi-level facilities in the central area of Nanjing

丰富度低而便利度高的特点,表明周边设施分布相对均匀。

从匹配度来看,城市医院资源的匹配度的空间分布呈现由城市西北向东南方向递减的显著趋势,且与医院丰富度分布情况不同步:江北新区范围内医院数量分布较多、匹配度高,而东山新城虽然丰富度高,但医院匹配度偏低。基层医疗资源匹配度的整体数值相较城市医院高、与基层医疗丰富度分布基本接近。获取基层医疗资源高匹配度的居住单元集中在江北副城中心区域和内秦淮周边,而在东山新城中心和鼓楼区沿江区域则偏低,表现为设施丰富、匹配度低;另外各区局部存在一些匹配度较高的居住单元,主要特征为周边居住密度低、距离设施近。相关保健设施的匹配度高值同样集中分布在江北副城北部和内秦淮沿岸周边,其余区域高低值交错分布,与具体居住单元周边的居住密度和设施密度相关;然而,在设施丰富度高的玄武区,匹配度在研究区域内相对偏低。

## 2.2 居住单元聚类

利用无监督学习的方法、依据前述可达性指标对研究采用的居住单元聚类。针对3.1数量分布特点中极值差异大、近似正态分布的特点,采用标准化方法消除不同指标的纲量差异。其中,由于便利度衡量指标为最短距离,需要对样本数据取相反数。采用K-Means对处理后的样本数据聚类,通过误差平均值和轮廓系数确定聚类数量为8。其中,类型1包含居住单元数量最多,约占总数的1/3,类型6~8数量则较少。聚类结果在空间中的分布表现为城市中心集聚、城市边缘分散的特点(图5)。

聚类的指标特征上,类型1~5各项指标相对均衡,而类型6~8存在显著偏离平均值的指标(图6)。具体而言,最普遍的类型1环绕老城中心分布,各项指标表现最均衡,周边医疗资源丰富、能够较好得匹配居民需求。相比于类型1,类型2距离城市中心较远,医疗资源丰富度有所降低、便利度不足,基层卫生设施丰富度略低但空间布局及匹配情况都较为合理。类型3集中于城市中心,各级卫生服务资源非常丰富,各项指标都达到或超出平均水平。而类型4主要集中在江东新城中心,



图4 南京市中心城区多层次设施可达性指标空间分布

Fig.4 space patterns of accessibility indicators of multi-level facilities in the central area of Nanjing

在仙林、江北以及雨花台有部分集中分布,表现为相关设施较少、居民需求匹配不足,但设施布局均衡便利度较高。类型5在地理空间的集聚性并不显著,散布在各新城周边,各项指标尤其是基层医院便利度均低于均值。类型6~8为零星分布的相对特殊的情况,尽管设施丰富度均低于均值,但由于人口密度较低带来的需求量较低,各级设施匹配度偏高,其中类型7基层医疗资源各项指标均偏低。

## 3 讨论

### 3.1 南京市中心城区医疗卫生设施配置总体情况

首先,城市医院在南京市中心区域具有广泛的辐射范围,并经过了良好的空间规划配置。尽管呈现向城市中心聚集的趋势,但在研究范围内,不同地区的可达性差距相对较小。以日常20 min车行距离为参考,笔者发现所有居住点都能够方便地到达城市医院。在研究范围内,鼓楼区医疗设施的可达性最高,主要依托于具备较强承载力的鼓楼医院等设施;在江北新区范围内,医院数量较多且承载力强,周边居住密度相对较小,因此表现出较高的匹配度。然而,东山新城虽然医疗设施数量较多,但医院规模普遍较小、承载力相对较低,导致居民对医疗资源的竞争较为激烈。

与城市医院相比,基层卫生服务设施受到城市区位的明显影响。特别是保健设施的配置更多受市场因素主导,缺乏宏观调控,导致不

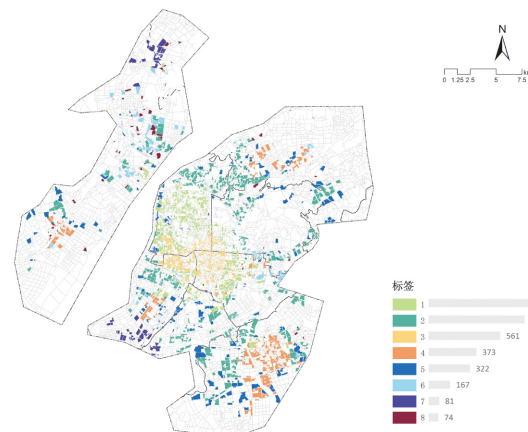


图5 南京市中心城区居住区聚类的空间分布

Fig.5 space patterns of residential clusters in the central area of Nanjing

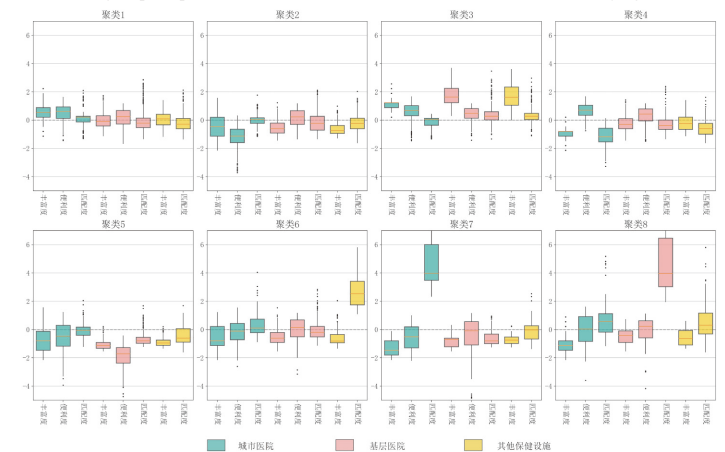


图6 居住区聚类的可达性指标分布

Fig.6 landscape of accessibility indicators for residential clusters



同区域的可达性差异较大。虽然城市中心及各区中心的基层设施相对较丰富，尤其是在江北副城北部和内秦淮沿岸周边设施聚集，但在各副城周边，基层设施配置存在明显的不足。一些居住小区甚至距离最近的社区医疗设施达到了3 km以上。因此，在新城建设中，需要重点加强社区卫生设施的供给，并利用集聚效应来吸引保健设施设立，或适当介入调控，以满足居民的医疗需求。

### 3.2 各层级设施的多维指标关系

在研究范围内，各级设施的各项可达性指标结果在数量和空间的分布上既存在相似性也存在差异性，八项指标的相关性矩阵如图7所示。

在不同层级上，南京中心城区的保健设施丰富度与基层医院丰富度显著相关，二者空间分布紧密关联；且城市医院丰富度与其余二者丰富度也存在较明显的相关性，各层级医院卫生设施通常相互配合的关系，共同为居民日常健康提供保障。

在不同维度上，三项指标展现的结果差异较大。首先，设施的便利度和丰富度具有的正相关特点并不显著，一些地区尽管设施丰富度不高，但通过结合居民分布的合理配置，也能达到较高的便利度。另外，匹配度与其余指标相关性并不高，甚至与医院分布表现为负相关。例如在医院分布丰富的城市中心，由于医疗设施吸引力大、人口密集导致竞争强烈，反而匹配度更低。因此，我们可以认为，尽管匹配度采用的计算模型被普遍应用于可达性测算，但数量和空间距离角度的可达性，与匹配度存在不同的指向性。这三项指标结果提供了不同的视角，能够帮助定位设施配置的具体问题。

### 3.3 基于聚类的针对性策略提出

基于人本视角的小尺度单元具备反映空间分布差异和提出针对性策略的能力。通过前面所呈现的空间分布情况，可以观察到城市中心和边缘居住单元之间存在明显的尺度差异。城市中心的评价结果呈现出渐变式的趋势，而边缘地区则呈现出较为剧烈的变化。尤其是在基层设施服务半径较小的情况下，相邻居住单元之间的相关指标可能存在较大差异。

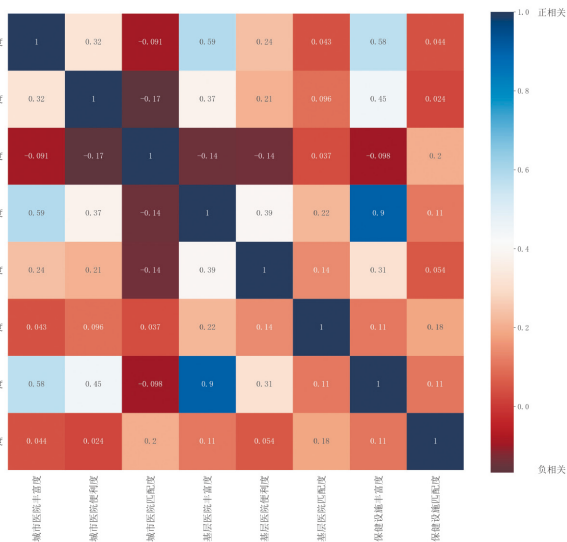


图7 多维度可达性指标的关联性分析  
Fig.7 correlation analysis of multidimensional accessibility indicators

通过对各小区指标结果的精准评估，我们能够定位研究范围内任意居住单元，了解其基本空间属性和医疗卫生资源情况，为提升住区居住水平提供有效参考。图8展示了8个最具代表性的聚类居住单元，考虑了样本到聚类中心的特征距离、面积、人口和空间位置的代表性。

基于前述评价结果，我们提出了综合性的改善策略：类型1和类型3主要位于城市中心区域的高密度中低层老旧小区，其公共医疗卫生设施可达性良好，因此可以考虑改善居住环境的空间品质，从而促进健康社区的建设。类型2的居住品质较好，但距离城市中心较远，需要解决就医交通成本较高的问题，因此在城市规划中可以考虑增加周边二级以上的医院或调整布局。类型5、6和7的代表性建筑为低密度、中低层的非中心区老旧小区，需要重点关注类型5的可达性，提高各级设施的供给；而类型6和7则需要关注周边基层医院和保健设施的配置。类型4和8主要是高层、现代化的商品房小区，居住空间品质高，但距离城市中心较远，因此可以考虑适当提升周边医院的承载力，以确保医疗服务的充分覆盖。

## 4 结论

城市大数据为城市决策者认识、优化服务设施空间配置提供科学的支撑，随着新数据环境的大尺度、精细化趋势，基于数据量化方法逐步关注到作为服务主体的居民的需求。本文从人本视角的居住小区出发，通过丰富度、便利度和匹配度多维度的指标，评估的城市各层级的UHCFs可达性。在南京中心城区的实例研究中，不同维度结果提供不同的视角、帮助定位设施配置的具体问题；同时也帮助了解不同层级设施配置的关联关系，证实了多维度评价方法的必要性。同时，在小尺度单元的基础上，应用聚类分析，揭示不同居住群体的可达



图8 聚类典型居住单元的可达性指标雷达图  
Fig.8 Radar charts of accessibility indicators for typical residential in each cluster

性差异,分类认知资源分配情况并针对性提出提升方案。

本研究在数据获取和处理方法方面仍然存在一些不足之处。例如,由于难以完全避免商住混合类型的居住单元,以及考虑到居住密度的差异可能会导致人口估算误差。此外,我们未考虑到研究范围之外的居住点对设施的竞争可能会导致边缘匹配度偏高误差。

本文提出的评价方法为精细化测算和针对性改善提供了基础,未来研究可以进一步结合自下而上的意愿调查、门诊数据等,完善针对居民视角下的精细化的评价测算;结合房屋租赁平台数据改进和扩充居住小区数据,区分居住人群,精准定位老龄化社区、老旧小区等,针对性提升城市宜居性和应对公共卫生的韧性。此外,基于该方法建立综合信息平台,应对城市医疗资源的不断更新、城市地区的不断扩大以及人口的增长,可以实现及时地地审查反馈,为规划城市公共卫生资源以及居民了解、参与社区建设提供依据。

#### 参考文献:

- [1] 李春聚,王婵媛,姜乖妮.健康城市视角下的社区规划策略研究[J].建筑科学,2022,38(6):233-239.
- [2] 胡斌.上海加快完善医疗卫生服务体系的总体思路、重点领域和实施路径[J].科学发展,2023(4):97-105.
- [3] WANG F. Measurement, optimization, and impact of health care accessibility: A methodological review[J]. Annals of the Association of American Geographers, 2012, 102(5): 1104-1112.
- [4] 曹阳,甄峰.南京市医疗设施服务评价与规划应对[J].规划师,2018(8):93-100.
- [5] 马洪蔚,李咏华,邓婕.城市医疗卫生服务设施的空间布局与功能评价——以香港特别行政区为例[J].规划师,2016(5):104-110.
- [6] 于璨宁,李志英,王晓云,等.昆明中心城区医疗设施布局公平性研究[J].西部人居环境学刊,2019,34(3):76-81.
- [7] FORTNEY J, ROST K, WARREN J. Comparing alternative methods of measuring geographic access to health services[J]. Health Services and Outcomes Research Methodology, 2000, 1(2): 173-184.
- [8] JOSEPH A E, BANTOCK P R. Measuring potential physical accessibility to general practitioners in rural areas: A method and case study[J]. Social Science & Medicine, 1982, 16(1): 85-90.
- [9] LUO W, WANG F. Measures of spatial accessibility to healthcare in a GIS environment: Synthesis and a case study in Chicago region[J]. Environment and Planning. B, Planning & Design, 2003, 30(6): 865-884.
- [10] REKHA R S, WAJID S, RADHAKRISHNAN N, et al. Accessibility analysis of health care facility using geospatial techniques[J]. Transportation Research Procedia, 2017, 27: 1163-1170.
- [11] 杨钦宇,徐建刚.基于引力可达性的公共服务设施公平性评价模型构建[J].规划师,2015(7):96-101.
- [12] 龙瀛,刘伦伦.新数据环境下定量城市研究的四个变革[J].国际城市规划,2017,32(1):64-73.
- [13] 住房和城乡建设部办公厅.城市公共服务设施规划标准GB50442(修订)[EB/OL].(2018-04-26)[2024-08-14].<https://www.planning.org.cn/news/view?id=8496>.
- [14] 武田艳,唐春雷,张若晨,等.居民选择行为视角下医疗设施服务承载力GDCL评价方法——以基本公共卫生服务为例[J].地理与地理信息科学,2020(4):64-69.
- [15] XING J, NG S T. Analyzing spatiotemporal accessibility patterns to tertiary healthcare services by integrating total travel cost into an improved E3SFCA method in Changsha, China[J]. Cities, 2022, 122: 103541.
- [16] 苏昱玮,马悦,常杰,等.急诊急救就医可达性和公平性的研究——以急性心肌梗死就医为例[J].西部人居环境学刊,2023,38(2):1-7.
- [17] SUI J, ZHANG G, LIN T, et al. Quantitative evaluation of spatial accessibility of various urban medical services based on big data of outpatient appointments[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2023, 20(6): 5050.
- [18] 李金泽,唐芄,龙瀛.基于多源数据的城市公共应急服务设施选址模型研究[J].建筑科学,2021(12):62-70.
- [19] 王振报,慧庆,祝霜霜.突发公共卫生事件应急医疗设施选址研究——以邯郸主城区为例[J].西部人居环境学刊,2022,37(4):69-75.
- [20] 魏伟,杨欢,陶煜.“城市人”视角下社区卫生服务设施的供需匹配分析及规划策略——以武汉市为例[J].现代城市研究,2020(5):38-45.
- [21] SONG L, KONG X, CHENG P. Supply-demand matching assessment of the public service facilities in 15-minute community life circle based on residents' behaviors[J]. Cities, 2024, 144: 104637.
- [22] 聂艺菲,冯长春.基于分级诊疗的就医可达性研究——以潍坊市中心城区为例[J].北京大学学报(自然科学版),2020(2):307-314.
- [23] 吴宇彤,左沛文,彭翀,等.面向突发公共卫生事件的城市社区韧性评估及其外部关联特征——以武汉市中心城区为例[J].国际城市规划,2023,38(4):11-20.
- [24] 黎婕,冯长春.北京城市公共服务设施空间分布均衡性研究[J].地域研究与开发,2017,36(3):71-77.
- [25] 胡舒云,陆玉麒,胡国建,等.基于多源大数据的深圳市医疗设施可达性与公平性测算[J].经济地理,2021,41(11):87-96.
- [26] 王录仓,常飞.基于多源数据的兰州市公共服务设施配置格局与规划策略[J].规划师,2019,35(18):12-18.
- [27] 国家卫生健康委.医疗机构设置规划指导原则(2021—2025)[EB/OL].(2022-01-12)[2024-8-14].<https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-02/01/5671603/files/ebc7f734128e4a3c8f4311ce803d3441.pdf>.
- [28] 国家卫生健康委.三级医院评审标准(2020年版)[EB/OL].(2020-12-21)[2024-08-14].[https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-12/28/content\\_5574274.htm](https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-12/28/content_5574274.htm).
- [29] 南京卫健委.南京地区二级及以上医疗机构名单[EB/OL].(2024-01-10)[2024-03-18].[https://wjw.nanjing.gov.cn/njwshjhsywyh/202401/t20240110\\_4142399.html](https://wjw.nanjing.gov.cn/njwshjhsywyh/202401/t20240110_4142399.html).
- [30] 医学百科网.南京市医院列表[EB/OL]. [2024-08-14].<http://www.a-hospital.com/w/>.
- [31] 陈浮.城市人居环境与满意度评价研究[J].城市规划,2000(7):25-27.
- [32] 钱征寒,刘泉,黄丁芳.15分钟生活圈的三个尺度和规划趋势[J].国际城市规划,2022,37(5):63-70.
- [33] 陶卓,霖程杨.两步移动搜寻法及其扩展形式研究进展[J].地理科学进展,2016,35(5):589-599.
- [34] WAN N, ZOU B, STERNBERG T. A three-step floating catchment area method for analyzing spatial access to health services[J]. International Journal of Geographical Information Science, 2012, 26(6): 1073-1089.

#### 图片来源:

图1-8:作者绘制

收稿日期:2024-03-18

(编辑:申钰文)