

北京市养老设施空间可达性评价

陶卓霖,程 杨,戴特奇

(北京师范大学地理学与遥感科学学院,北京 100875)

摘 要:发展养老服务是当前中国社会建设中的重要部分。近年来,北京市养老设施发展迅速,但是由于快速的人口老龄化,北京市养老设施的供给仍难以满足老年人口对养老设施的需求。对北京市养老设施空间可达性进行科学评价是进行合理空间配置的基础,具有重要的现实意义。本文基于GIS技术,应用改进的两步移动搜索法,对北京市养老设施的空间可达性进行了测算,并重点对1小时单一有效服务半径和按养老设施规模划分的三级有效服务半径这两种情形进行了比较分析。结果表明,后者对北京市养老设施的空间可达性评价更具合理性。本文对空间可达性的测算结果识别出了北京市各区域养老设施的稀缺程度,为养老设施的空间布局提出了政策性建议。

关 键 词:养老设施;可达性;两步移动搜索法;北京

doi: 10.11820/dlkxjz.2014.05.003

中图分类号:K901

文献标识码:A

1 引言

养老服务建设是当代中国社会建设中的一项重要议题,中国共产党十七大报告中已明确强调“老有所养”的重要性。北京市老年人口正迅速增加,已步入老龄化社会,养老形势十分紧迫。2000年北京市60岁以上老年人口为170万,占全市总人口的12.5%,到2010年时达到235万,占总人口的18.7%(北京市老龄工作委员会办公室,2011)。据预测,2020年北京市老年人口将达到350~400万,约占全市总人口的20%(北京市规划委员会等,2010)。

当前的养老服务体系包括居家养老、社区养老和机构养老3种形式。本文的养老设施是指机构养老设施,包括养老院、敬老院、护养院、福利院等。养老设施需求正在迅速扩大,其原因主要来自两个方面:一是老年人口的迅速增加,二是政府对发展养老设施的政策支持(Cheng et al, 2012a)。

北京市政府在2010年率先推出了《北京市养老设施专项规划》(以下简称为《规划》),这是全国范围内第一个省市级养老设施专项规划。北京市制

定的2020年“9064”养老发展目标指出,到2020年将为4%的老年人提供机构养老服务。这意味着将有14~16万老人入住机构养老设施进行集中养老。北京市2013年的养老机构总床位数为6.93万张,从总量上看,这与14~16万张的政策目标还存在很大的距离。要达到这个目标,在2013-2020年期间北京市平均每年需要新增1万张养老床位。

由于养老设施需求的迅速增加,政府须更加重视根据老年人口对养老设施的选择偏好,来引导养老设施的空间配置。因此《规划》将“合理配置空间资源”作为养老设施规划的发展目标。养老设施的空间配置情况,直接影响到老年人口到养老设施的可达性。

设施的可达性可区分为空间可达性(spatial accessibility)和非空间可达性(aspatial accessibility)。空间可达性关注供需点之间的距离屏障,或克服这一屏障的交通媒介;而非空间可达性侧重非地理要素的影响(王法辉,2011)。居民对养老设施的选择偏好受到多个因素的影响,地理位置、服务质量、价格、医疗条件和环境等都会影响老年人口选择养老

收稿日期:2013-10;修订日期:2013-12。

基金项目:国家科技支撑计划项目(2012BAJ22B05)。

作者简介:陶卓霖(1990-),男,江西万载人,硕士生,主要研究方向为区域与城市发展,E-mail: taozhuolin@mail.bnu.edu.cn。

通讯作者:程杨(1982-),女,四川自贡人,副教授,主要从事健康地理学研究,E-mail: chengyang@bnu.edu.cn。

机构的决策过程,其中养老设施与家庭原住址之间的距离是老人选择养老设施时的一个重要影响因素(高晓路, 2013)。由此可见,养老设施的可达性包括多个方面,空间可达性是其中的重要部分,其他非空间可达性如经济可达性、信息可达性、社会文化可达性和社会管理环境等,也是养老设施可达性的影响因素(Cheng et al, 2012b)。基于此,本文对北京市养老设施的空间可达性进行测算,以识别目前养老设施空间可达性的分布,为养老设施的空间配置提供参考。

2 文献综述

国内外学者对以医疗设施为主的公共服务设施的空间可达性已开展了大量研究。对公共服务设施空间可达性的测度主要有两步移动搜索法(Two-step floating catchment area method, 以下简称2SFCA)及其改进形式、重力模型法及其改进形式、最近距离法、Huff模型、核密度法等。

设施空间可达性受到供需点规模和距离等多个因素影响。最近距离法只考虑距离因素,未对供需点规模因素进行考虑(Cheng et al, 2012b; 张莉等, 2008)。Huff模型考虑了设施规模和距离因素,但未考虑需求点规模(王远飞等, 2005; 吴建军, 2008)。核密度法实际上与重力模型法属于同一个框架,采用的距离为欧氏距离,无法考虑实际交通网络的影响,也没有考虑需求点规模(Guagliardo, 2004; Yang et al, 2006)。相比之下,2SFCA和重力模型法及改进形式综合考虑了多个因素,因此得到了更为广泛的应用和发展(Luo 2004; Luo et al, 2003; Wang et al, 2005; 宋正娜等, 2009, 2010; 陶海燕等, 2007)。

重力模型法反映了可达性的距离衰减效应,其原始形式中考虑了设施的供给规模和距离,但并未考虑不同需求点分享同一设施而形成的有限资源的竞争,因此有学者在重力模型的原始形式中加入了人口规模影响因子(Joseph et al, 1982)。还有学者在测算就医可达性时,在重力模型法的基础上,根据设施的等级规模划分了供给点的有效服务半径,规模大的供给点设置更大的有效服务半径(宋正娜等, 2010)。通常使用的基于重力模型法的可

达性 A_i^G 可表示为:

$$A_i^G = \sum_{j=1}^n \frac{S_j d_{ij}^{-\beta}}{V_j}, \text{ 其中 } V_j = \sum_{k=1}^m D_k d_{ij}^{-\beta} \quad (1)$$

式中: i 表示需求点; j 表示供给点; A_i^G 表示重力模型法计算得到的 i 点的可达性系数; S_j 表示供给点 j 的供给规模; d_{ij} 是 i 和 j 的距离; β 为距离摩擦系数; V_j 表示供给点 j 资源分配的总权重; D_k 表示 k 点的需求规模; n 为设施供给点的数量; m 为需求点数量。

重力模型法考虑了距离衰减效应,但并未进行阈值的限制,而现实中人们对于到设施的距离存在一定的可接受程度,距离过远的设施在实际使用行为中并不可达。

相对于重力模型法,2SFCA操作性和实用性更强(王法辉, 2011),因此得到了广泛应用,并有很多学者在其基础上进行了改进。2SFCA最早由Radke和Mu提出,分别以供给点和需求点为中心移动搜索两次,因此被称为两步移动搜索法(Radke et al, 2000; Wang et al, 2005)。其基本思想为:第一步,对每个供给点 j ,搜索所有离 j 距离阈值(d_0)范围内的需求点(k),计算供需比 R_j ;第二步,对每个需求点 i ,搜索所有在 i 距离阈值(d_0)范围内的供给点(j),将所有的供需比 R_j 加总得到 i 点的可达性 A_i^F :

$$A_i^F = \sum_{j \in \{d_{ij} \leq d_0\}} R_j = \sum_{j \in \{d_{ij} \leq d_0\}} \left(\frac{S_j}{\sum_{k \in \{d_{jk} \leq d_0\}} D_k} \right) \quad (2)$$

式中: i 表示需求点; j 表示供给点; A_i^F 表示根据2SFCA计算得到的需求点 i 的可达性; d_{ij} 是 i 和 j 的距离; R_j 是供给点 j 的设施规模与有效服务半径(d_0)内所服务的人口比例; S_j 表示供给点 j 的供给规模; D_k 表示需求点 k 的需求规模。

2SFCA法采用二分法处理距离阻力,即距离小于阈值的任何地点具有同等可达性,而大于阈值的任何地点都不可达。实际上,2SFCA和重力模型法属于同一个理论框架(Luo et al, 2003)。Luo等(2009)对2SFCA法进行了改进,提出E2SFCA法用于测算基本医疗机构的可达性,改进的方法中将需求点和供给点之间的距离进行分段并赋予权重,距离越远则权重越小。MaGrail等(2009)提出,引入距离衰减函数以及可变有效服务半径可以提高2SFCA在评价设施可达性时的有效性,但他们的研究

并未建立改进模型。本文借鉴上述观点引入距离衰减函数以及可变有效服务半径建立改进的2SF-CA模型。

中国的养老问题受到了国内外学者的高度关注。总体来说,已有关于中国养老服务的研究关注较多的是养老模式的选择、养老服务体系构建、养老设施的差异、居民对养老设施的选择偏好等方面,采用的研究方法主要是描述性分析和访谈调查(Cheng et al, 2011; Gu et al, 2007; Zhan et al, 2003, 2005, 2006, 2008; Zhang et al, 2006; 高晓路等, 2012)。很多研究在分析选择机构养老的影响因素时,都重点关注了中国传统观念对养老模式特别是机构养老模式选择的影响。研究表明,随着养老需求的增加,家庭照料资源的减少,以及人们对机构养老态度的改善,机构养老方式扮演着越来越重要的角色(Zhan et al, 2005, 2006, 2008)。

目前对于国内养老设施空间可达性的研究还较少。有学者利用2SFCA测算了北京市养老设施的空间可达性(Cheng et al, 2012b),但未考虑距离对于养老设施与老年人口之间的空间联系的衰减作用,也未考虑不同规模养老设施服务半径的差别。文中采用改进的2SFCA方法,对北京市养老设施的可达性进行更为科学有效的测度。

3 数据与方法

3.1 数据来源及处理

本文以街道(乡镇)作为研究北京市养老机构空间可达性的最小空间尺度。2010年北京市街道(乡镇)一级行政区划共324个。人口数据来于中国第六次人口普查,北京市各街道65岁以上老年人口数量平均为10536人,老年人口数量最多的街道为海淀区万寿路街道,高达44158人;老年人口数量最少的街道为顺义区空港街道,仅有28人。从老年人口密度的空间分布情况来看,北京市老年人口具有较明显的中心性(图1)。

养老机构数据来自于北京市民政信息网^①,网站相应数据更新的截止时间是2013年6月17日,采集到共计383个有效的养老机构统计信息,其中包括养老院的建成床位数及地址。所采集的相关

信息通过空间数字化后建成用于空间分析的数据库。北京的养老院的规模差异较大,平均床位数为181张,但床位数最少的房山区大安山乡社会福利中心仅有7个床位,而最多的昌平区十三陵温馨老年公寓多达5000张床位。养老院的地理分布多集中于近郊,尤其是规模较大的养老机构分布更是如

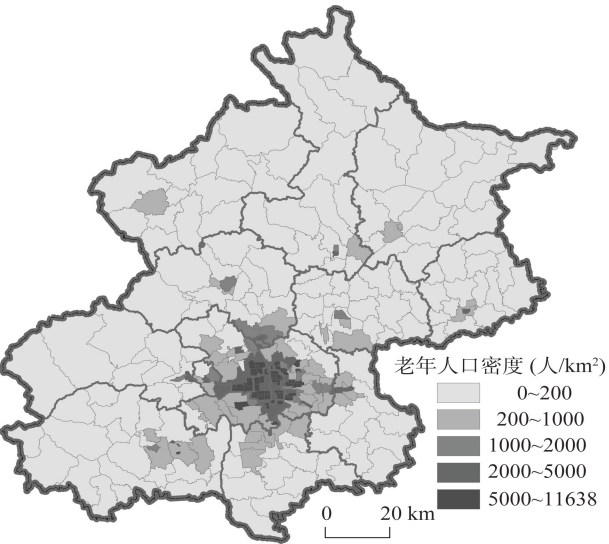


图1 2010年北京市乡镇、街道老年人口密度分布
Fig.1 Spatial distribution of elderly population at subdistrict level in Beijing in 2010

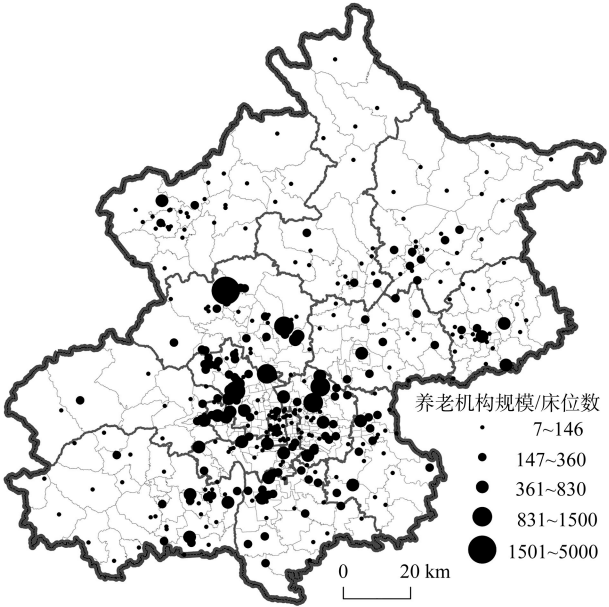


图2 2013年北京市养老院规模分布
Fig.2 Spatial distribution of residential care facilities in Beijing in 2013

① http://www.bjnmzj.gov.cn/templet/mzj/mzhy.jsp?CLASS_ID=yylj&bljType=bjs&NODE_ID=root&type=yylj&class_num=7

此(图2)。

路网数据采用北京市2010年的道路网络,参考既有研究中的北京市实际道路速度(邓羽等,2012),将4级道路的速度依次设置为50、40、30、20 km/h(表1)。

由于缺少比乡镇街道更小尺度的人口数据,因此采用乡镇街道面图层的几何质心或政府驻地作为人口分布的质心。2009年的307个乡镇街道单元有面图层的数据,经过处理得到几何质心;除去这307个乡镇街道单元,第六次人口普查的324个单元中有17个没有面图层,因此将其政府驻地作为人口分布的质心(以下将这两种方法得到的质心统称为乡镇街道的质心)。在ArcGIS平台上采用时间权重的网络分析工具计算324个乡镇街道质点到383个养老院的最短时间。

3.2 可达性测度方法

采用在公共服务设施空间可达性评价中应用最为广泛的2SFCA方法,并对其进行改进。已有研究指出2SFCA方法存在以下不足之处:①该方法考虑在有效服务半径阈值内的设施是可达的,未考虑需求点和供给点之间的距离衰减作用,但在老年人口选择养老设施时距离是很重要的因素(Cheng et al, 2012b; 高晓路, 2013)。②有研究在2SFCA中对距离进行分段,距离越远权重越小(Luo et al, 2009),但距离的分段标准和权重设置具有较大的主观性。③2SFCA方法未对不同规模养老机构服务半径的差异性进行考虑。

本文对2SFCA法进行了两点改进:①引入距离衰减函数对供给点与需求点之间的距离衰减作用进行考虑;②采用可变有效服务半径对不同等级规模的养老机构的服务半径进行区分。模型可表示为:

M_i = \sum_{j \in \{d_{ij} \leq d_j\}} S_j \frac{D_i d_{ij}^{-\beta}}{\sum_{k \in \{d_{ij} \leq d_j\}} D_k d_{ij}^{-\beta}} \tag{3}

式中:*i*表示需求点;*j*表示供给点;为识别出各个地区可达的床位数及缺少的床位数,与公式(2)相比,*i*

点的可达性系数乘上了*D_i*,因此*M_i*表示需求点*i*可达的床位数;*β*为距离摩擦系数;*d_{ij}*表示*i*和*j*的距离;*d_j*表示*j*对应的有效服务半径;*S_j*表示供给点*j*的供给规模;*D_i*与*D_k*分别表示*i*点和*k*点的需求规模;在这里,*D_i*、*D_k*和*S_j*均由养老床位数进行量化表达。

在公式(3)中,距离摩擦系数*β*是一个重要参数。*β*可以有不同的数学表达式,取值也可以变化。已有研究通常采用线性表达式。Peeters等(2000)总结了多位学者的观点,发现*β*取值的区间范围集中于0.9~2.29之间。在医疗机构可达性的研究中,*β*取值1和2的情况都有(宋正娜等,2009,2010; 陶海燕等,2007; 吴建军,2008)。王远飞等(2005)对*β*取值1和2的两种情况作了敏感性分析,宋正娜等(2009)对比这两种情况,认为在医疗设施可达性的研究中*β*取值2更为合理。

考虑到养老设施的服务使用行为与医疗设施有所不同,医疗设施通常需要满足一些紧急的医疗需求,而到养老设施的出行频率要小于医疗设施,因此养老设施与老年人口之间的空间联系随距离的衰减比医疗设施更弱。本文中*β*取值为1。

4 可达性测算及比较分析

本文计算单一有效服务半径和根据养老设施规模设定不同有效服务半径两种情景下北京市养老设施的空间可达性,并对两种情景的结果进行对比分析。

4.1 单一有效服务半径

养老设施的有效服务半径是指人们只愿意使用在某个临界距离内的养老设施服务,对在临界距离之外的养老设施使用的可能性为零,这个临界距离即有效服务半径。对于不同的设施,其有效服务半径不同,不同人群能够接受的有效服务半径也存在差异。

已有研究提出,北京的老年人及其家庭成员接受的有效服务半径为1~1.5小时(Cheng, 2010)。本研究采用1小时作为养老设施的有效服务半径,根据公式(3),计算得到1小时单一有效服务半径情景下各乡镇街道单元可达的养老设施床位数,进而得到百名老人可达床位数(图3)。

在1小时单一有效服务半径的情景下,北京市

表1 北京市各级道路速度设置

Tab.1 Speed of traffic on different types of road in Beijing

道路等级	1	2	3	4
道路类型	高速路	主干道	次干道	支路及以下
速度(km/h)	50	40	30	20

养老设施空间可达性的分布极其不均匀。从东北往西南方向的斜线可以明显区分出两个区域,西北地区的可达性明显优于东南地区。中心城区可达性较为均匀,大约为百名老人2~3个床位。在西北地区内部,远郊地区可达性优于近郊。而在东南地区,近郊地区可达性优于远郊区。

在街道尺度,总共只有14个乡镇街道单元的养老设施可达性达到了《规划》中提出的“百名老人4个床位”的目标,且基本集中在西北部的延庆县(7个)和昌平区(2个),西部的门头沟区(1个),房山区西北部的史家营乡、以及东北部的密云县和平谷区(各1个)。在中心城区中,仅有海淀区的上庄镇达到目标,也是位于西北部。其他地区的养老设施可达性均未达到规划的目标,其中百名老人可达床位数小于2(规划目标的一半)的乡镇街道有146个,占总数的48%。

根据“9064”养老发展目标,到2020年4%的老年人入住养老服务机构集中养老,养老床位的需求量将达到14~16万张,但目前北京市养老院总床位数只有6.97万张,养老设施的供应还存在很大的缺口。上述分析结果发现,养老设施空间可达性的分布极不均匀。西北部地区如昌平区是养老服务产业发展的重点地区,但是这样的发展布局加剧了养老设施可达性空间分布的不均衡。

4.2 按规模区分有效服务半径

《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。因此,按照规模将养老设施分为大型(多于300个床位)、中型(100~300个床位)和小型(100个以下床位)3个等级。参照已有研究的结论(Cheng, 2010),将3个等级的有效服务半径依次设定为2小时、1小时和0.5小时。根据公式(3),计算得到各乡镇街道单元每百名老人可达床位数(图4)。

在分3个等级有效服务半径的情景下,可达性的分布与1小时单一有效服务半径情景具有相似性,依然呈现出明显的西北部优于东南部的趋势。达到百名老人4个床位目标的乡镇街道有20个,分别位于西北部的延庆县(8个)和昌平区(1个),北部的怀柔区(1个),东北部的密云县(2个)和平谷区(3个),西部的门头沟区(2个),西南部的房山区(2个,位于房山的西北部),以及中心城区的海淀区(1个,位于海淀西北部)。百名老人可达床位数小于2(规划目标的一半)的乡镇街道有156个,占总数的51%。养老设施可达性的空间分布依然很不均衡。

4.3 对比分析

比较上述两种情景的分析结果(图3和图4)可以发现,分3级有效服务半径与1小时单一有效服务半径相比,中心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。图5呈现出两种情景下百名老人可达床位数的变化。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

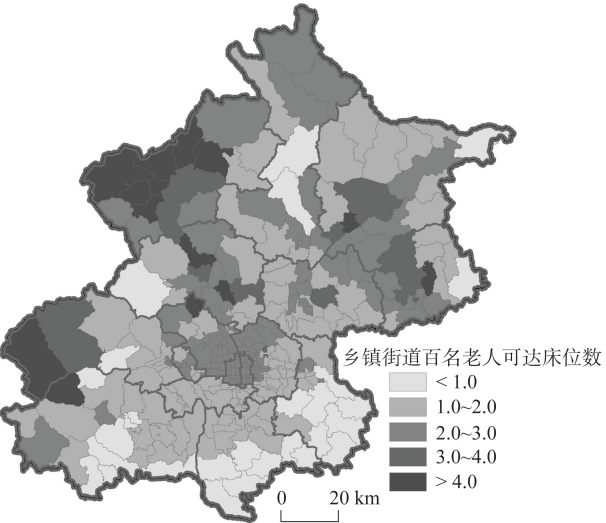


图3 北京市各乡镇、街道1小时半径养老设施空间可达性
Fig.3 Spatial accessibility to residential care facilities at subdistrict level in Beijing with a catchment area of one hour

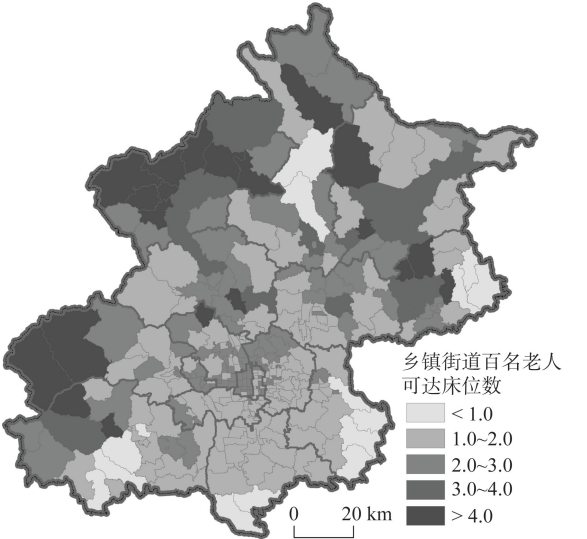


图4 北京市乡镇、街道分3级半径养老设施空间可达性
Fig.4 Spatial accessibility to residential care facilities at subdistrict level in Beijing with three catchment areas

均有增强,尤其是南部地区可达性普遍得到了提高。百名老人可达床位数大于4个的乡镇街道单元的个数也从14个增加到了20个。

养老设施的空间分布(图2)正呈现出集中化的特点。养老设施的集中分布区具有自然环境优美、交通条件便捷和土地的可获取性较强等特点,从而形成机构养老中心,面向全区或全市范围的老年人口服务。图5中可达性降低的区域大多数是养老设施分布集中的区域。按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。

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,发现北京市养老设施的可达性分布现状极不均衡。西部、北部和东北部地区的可达性明显优于南部地区。这说明北京市目前养老设施的空间配置主要集中在北部区域。

中心城区内养老设施分布较多,但是中心城区老年人口的规模很大(图1),对养老设施的需求量

也大。即便中心城区的交通可达性较好,但是在当前的养老设施空间配置的状况下,中心城区的养老设施可达性依然不足,百名老人可达床位数较低,距离《规划》提出的平均百名老人4个养老床位的目标尚存在一定的差距。

中心城区的核心区域由于用地紧张,要扩大养老设施的供给,提高中心城区养老机构的可达性存在很大的困难。因此中心城区若要获得更多的养老设施资源,必须要克服更大的距离阻力,选择距离较远的养老设施。针对中心城区的养老设施需求缺口,建议在中心城区的边缘区域或者靠近中心城区的近郊区域增加养老设施的供给。《规划》在倡导的“分区指导,优化布局”的原则下,提出新城的养老设施应“以规划新增为主,充实完善本地区的机构养老设施,在充分满足本地养老需求的前提下,承担中心城区转移的服务需求”。这与本研究的结论相符合。

南部地区的养老设施可达性普遍较低,主要原因是由于南部地区的老年人口较多,需求规模较大。但是南部地区的养老设施可达性较为均匀,建议较为分散地增加养老设施的供给。根据《规划》的要求,以挖掘现在养老设施的潜力增加养老设施床位为主,在此基础上适当新建养老设施。

北部地区的养老设施可达性分布不均匀,部分区域的可达性已达到《规划》的目标,但是还有部分区域依然存在较大的缺口。因此在北部区域,建议采取与南部地区相似的策略,针对可达性不足的区域增加养老设施供给,以挖掘现在养老设施潜力增加养老设施床位为主,在此基础上适当新建养老设施。

6 总结与展望

根据养老设施空间可达性的特征,对2SFCA进行了考虑距离衰减作用和规模等级服务范围的改进,建立了养老设施可达性评价模型。基于改进模型,测算了1小时单一有效服务半径和按养老设施规模划分3级有效服务半径情景下北京市各乡镇街道的养老设施可达性并进行了对比分析。研究发现按养老设施规模区分3级有效服务半径的模型更适合于对北京市养老设施相对集中的分布格局进行可达性评价,对2SFCA的改进方法

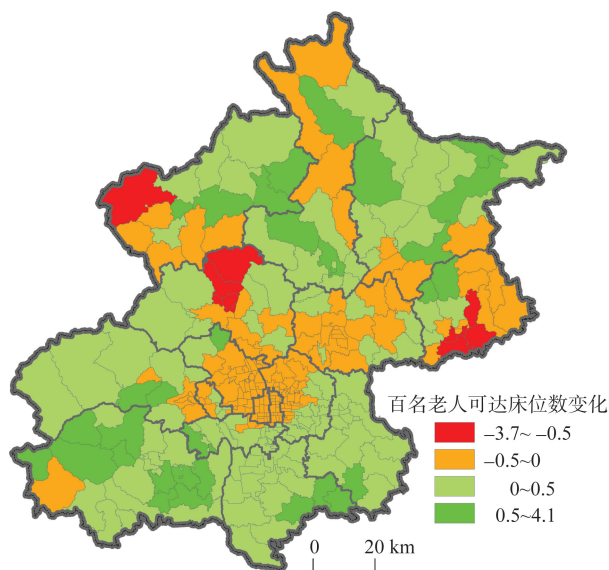


图5 分3级半径与1小时半径下北京各乡镇、街道养老设施空间可达性变化

Fig.5 Difference between two scenarios of spatial accessibility to residential care facilities at subdistrict level in Beijing

是有效和合理的。

将对各个乡镇、街道单元可达养老床位的评价结果与规划目标(百名老人配置4张养老床位)相比,定量地评价出了各个乡镇、街道可达养老床位的冗余和稀缺程度,为北京市养老设施的空间配置规划提供了科学依据。

本文存在的不足主要有两个:一是在养老设施有效服务半径的选取上,参照既有研究结论,在单一有效服务半径的情景中采取了1小时,在按养老设施规模区分有效服务半径的情景中,参照既有研究的做法,将养老设施按规模分成了3级。在后续研究中,将针对不同有效服务半径进行敏感性分析,测算不同有效服务半径下的可达性结果,考察半径设定对于可达性结果的影响。其结果应可以为政策规划提供更为科学的依据。二是关于人口数据的空间尺度,只使用了乡镇街道尺度的数据,若能得到更小尺度的老年人口数据,当能进一步提高研究结果的精确性。

参考文献(References)

北京市规划委员会,北京市民政局. 2010. 北京市养老设施专项规划[EB/OL]. 2010-11-25[2013-10-01]. <http://www.bjghw.gov.cn> [Beijing Municipal Commission of Urban Planning, Beijing Civil Affairs Bureau. 2010. Special plan for residential care facilities in Beijing[EB/OL]. November 25, 2010[October 1, 2013]. <http://www.bjghw.gov.cn>]

北京市老龄工作委员会办公室. 2011. 北京市2010年老年人口信息和老龄事业发展状况报告[EB/OL]. 2011-09-27[2013-10-01]. <http://zhengwu.beijing.gov.cn/tjxx/tjgb/t1197710.htm> [Office of Beijing Municipal committee on Ageing. 2011. Report on elderly population information and development of elder care of Beijing in 2010[EB/OL]. September 27, 2011[October 1, 2013]. <http://zhengwu.beijing.gov.cn/tjxx/tjgb/t1197710.htm>]

邓羽,蔡建明,杨振山,等. 2012. 北京城区交通时间可达性测度及其空间特征分析. 地理学报, 67(2): 169-178. [Deng Y, Cai J M, Yang Z S, et al. 2012. Measuring time accessibility with its spatial characteristics in urban areas of Beijing. *Acta Geographica Sinica*, 67(2): 169-178.]

高晓路. 2013. 城市居民对养老机构的偏好特征及社区差异. 中国软科学, 28(1): 103-114. [Gao X L. 2013. Preference of the urban elderly for caring facilities: variation across different communities. *China Soft Science*, (1): 103-114.]

高晓路,颜秉秋,季珏. 2012. 北京城市居民的养老模式选择及其合理性分析. 地理科学进展, 31(10): 1274-1281.

[Gao X L, Yan B Q, Ji J. 2012. Urban elders' desirable caring patterns and its rationality: a decision tree analysis. *Progress in Geography*, 31(10): 1274-1281.]

宋正娜,陈雯. 2009. 基于潜能模型的医疗设施空间可达性评价方法. 地理科学进展, 28(6): 848-854. [Song Z N, Chen W. 2009. Measuring spatial accessibility to health care facilities based on potential model. *Progress in Geography*, 28(6): 848-854.]

宋正娜,陈雯,车前进,等. 2010. 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. 地理科学, 30(2): 213-219. [Song Z N, Chen W, Che Q J, et al. 2010. Measurement of spatial accessibility to health care facilities and defining health professional shortage areas based on improved potential model: a case study of Rudong County in Jiangsu Province. *Scientia Geographica Sinica*, 30(2): 213-219.]

陶海燕,陈晓翔,黎夏. 2007. 公共医疗卫生服务的空间可达性研究: 以广州市海珠区为例. 测绘与空间地理信息, 30(1): 1-5. [Tao H Y, Chen X X, Li X. 2007. Research on spatial accessibility to health service: a case study in the Haizhu District of Guangzhou. *Geomatics & Spatial Information Technology*, 30(1): 1-5.]

王法辉. 2011. 基于GIS的数量方法与应用. 姜世国,滕骏华,译. 北京: 商务印书馆. [Wang F H. 2011. Quantitative methods and application in GIS. Jiang S G, Teng J H, Trans.. Beijing, China: The Commercial Press.]

王远飞,张超. 2005. 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. 经济地理, 25(6): 800-803. [Wang Y F, Zhang C. 2005. GIS and gravity polygon based service area analysis of public facility: case study of hospitals in Pudong New Area. *Economic Geography*, 25(6): 800-803.]

吴建军. 2008. 基于GIS的农村医疗设施空间可达性分析: 以河南省兰考县为例[D]. 开封: 河南大学. [Wu J J. 2008. The spatial accessibility analysis of rural medical facilities using GIS: a case study of Lankao County, Henan Province[D]. Kaifeng, China: Henan University.]

张莉,陆玉麒,赵元正. 2008. 医院可达性评价与规划: 以江苏省仪征市为例. 人文地理, 23(2): 60-66. [Zhang L, Lu Y Q, Zhao Y Z. 2008. Accessibility assessment and planning of hospital: a case study on Yizheng City. *Human Geography*, 23(2): 60-66.]

Cheng Y. 2010. Residential care for elderly people in Beijing, China: a study of the relationship between health and place[D]. Ontario, Canada: Queen's University.

Cheng Y, Rosenberg M W, Wang W Y, et al. 2011. Aging, health and place in residential care facilities in Beijing, China. *Social Science & Medicine*, 72(3): 365-372.

- Cheng Y, Rosenberg M W, Wang W Y, et al. 2012a. Access to residential care in Beijing, China: making the decision to relocate to a residential care facility. *Ageing & Society*, 32(8): 1277-1299.
- Cheng Y, Wang J E, Rosenberg M W. 2012b. Spatial access to residential care resources in Beijing, China. *International Journal of Health Geographics*, 11(8): 32-42.
- Gu D, Dupre M E, Liu G Y. 2007. Characteristics of the institutionalized and community-residing oldest-old in China. *Social Science & Medicine*, 64(4): 871-883.
- Guagliardo M F. 2004. Spatial accessibility of primary care: concepts, methods and challenges. *International Journal of Health Geographics*, 3(2): 3-15.
- Joseph A E, Bantock P R. 1982. Measuring potential physical accessibility to general practitioners in rural areas: a method and case study. *Social Science & Medicine*, 16(1): 85-90.
- Luo W. 2004. Using a GIS-based floating catchment method to assess areas with shortage of physicians. *Health & Place*, 10(1): 1-11.
- Luo W, Qi Y. 2009. An enhanced two-step floating catchment area (E2SFCA) method for measuring spatial accessibility to primary care physicians. *Health & Place*, 15(4): 1100-1107.
- Luo W, Wang F H. 2003. Measures of spatial accessibility to health care in a GIS environment: synthesis and a case study in Chicago Region. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 30(6): 865-884.
- MaGrail M R, Humphreys J S. 2009. Measuring spatial accessibility to primary care in rural areas: improving the effectiveness of the two-step floating catchment area method. *Applied Geography*, 29(4): 533-541.
- Peeters D, Thomas I. 2000. Distance predicting functions and applied location-allocation models. *Journal of Geographical Systems*, 2(2): 167-184.
- Radke J, Mu L. 2000. Spatial decomposition, modeling and mapping service regions to predict access to social programs. *Geographic Information Sciences*, 6(2): 105-112.
- Wang F H, Luo W. 2005. Assessing spatial and nonspatial factors for healthcare access: towards an integrated approach to defining health professional shortage areas. *Health & Place*, 11(2): 131-146.
- Yang D H, Goerge R, Mullner R. 2006. Comparing GIS-based methods of measuring spatial accessibility to health services. *Journal of Medical Systems*, 30(1): 23-32.
- Zhan H J, Feng X T, Luo B Z. 2008. Placing elderly parents in institutions in urban China: a reinterpretation of filial piety. *Research on Aging*, 30(5): 543-571.
- Zhan H J, Liu G Y, Bai H G. 2005. Recent development in Chinese elder homes: a reconciliation of traditional culture. *Ageing International*, 30(2): 167-187.
- Zhan H J, Liu G Y, Guan X P. 2006. Willingness and availability: explaining new attitudes toward institutional elder care among Chinese elderly parents and their adult children. *Journal of Aging Studies*, 20(3): 279-290.
- Zhan H J, Montgomery R J. 2003. Gender and elder care in China: the influence of filial piety and structural constraints. *Gender and Society*, 17(2): 209-229.
- Zhang Y T, Goza F W. 2006. Who will care for the elderly in China: a review of the problems caused by China's one-child policy and their potential solutions. *Journal of Aging Studies*, 20(2): 151-164.

Measuring spatial accessibility to residential care facilities in Beijing

TAO Zhuolin, CHENG Yang, DAI Teqi

(School of Geography, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: In recent years, residential care resources in Beijing have increased rapidly. The supply of residential care resources, however, is still in shortage due to the increase of demand. To reach the "9064" policy goal proposed by the Beijing municipal government, which means that 4 percent of elderly population in Beijing will live in residential care facilities in 2020, about 90 thousand beds of residential care facilities are still needed. An efficient method for measuring accessibility is of crucial importance for the spatial planning of residential care resources. Among a range of methods to measure the spatial accessibility of facilities, the two-step floating catchment area method (2SFCA) is most widely used. But the 2SFCA does not take distance decay among catchment areas into account, and catchment size is constant for facilities with different sizes, which may reduce the accuracy of the assessment. This study uses an improved two-step floating catchment area method, including the addition of a distance-decay function and variable catchment sizes depending on the size of residential care facility, to assess the spatial accessibility to residential care resources in Beijing. Two scenarios are set for comparison. The first scenario was analyzed using one hour catchment area and the second scenario was analyzed using three different catchment areas based on the sizes of residential care facilities. In both scenarios the distance-decay function was taken into account. The results show that the measurement of three catchment areas is a more effective method than the one catchment area for measuring the spatial accessibility to residential care facilities in Beijing. A map of spatial accessibility was developed to show the distribution of shortage areas of residential care resources in Beijing. This map indicates that the geographic distribution of spatial accessibility to residential care facilities in Beijing is fairly uneven. The spatial accessibility is higher in the western part, the northern part and the northeastern part as compared to the southern part of the city. The spatial accessibility in the central part is still poor in spite of a considerable number of residential care facilities located in the central city. This is due to the great size of elderly population in the central area of Beijing. Because land for constructing new residential care facilities is in great shortage in the core area of the city, such facilities should be located outside of the area or in the suburbs to provide services for elderly population in the central city. The spatial accessibility in the southern part is generally poor and very uneven, so new residential care facilities should be located across the area and more focus should be given to areas with relatively poorer spatial accessibility. These recommendations are consistent with the "Special Planning of Residential Care Facility for the Elderly in Beijing" by the Beijing municipal government.

Key words: residential care facilities; spatial accessibility; 2SFCA; Beijing