

中国城市养老院的空间分布特征及其分异成因

姜磊¹, 陈星宇¹, 朱 竑^{2,3}

(1. 浙江财经大学经济学院, 杭州 310018; 2. 广州大学地理科学与遥感学院 华南人文地理与
城市发展研究中心, 广州 510006; 3. 广东省城市与移民研究中心, 广州 510006)

摘要: 中国正在快速步入老龄化社会, 老年人的养老问题已经成为当今社会密切关注的焦点。养老院是解决中国养老问题的有效办法。因此, 分析中国城市养老院的空间分布特征以及探索城市之间养老院数量差异的成因具有重要的现实意义。本文利用网络爬虫技术获取了2019年中国285个城市的养老院数量, 并进行了地图化展示, 然后从空间分异性视角出发, 运用地理探测器方法对城市养老院数量的社会经济影响因素进行分析。结果表明: ① 中国城市养老院数量的空间分布与城市老年人口分布非常相似。② 地理探测器方法的因子探测结果显示, 老年人口数量、经济发展水平、公共财政支出、养老保险参保人数和公园绿地面积是影响城市养老院数量的主要因素。其中, 城市财政支出能力和经济发展水平对于养老院的建设至关重要。③ 交互因子探测分析结果显示, 5个影响因素的两两交互作用均大于单个因素的作用, 说明城市养老院数量的空间分布是受多种因素共同作用的结果。其中, 老年人口与其他4个变量的交互作用最强, 说明老年人口和其他因素结合对城市养老院数量空间分布来说是最主要的影响因素。

关键词: 老龄化; 老年人; 养老院; 空间分异性; 地理探测器; 中国

DOI: 10.11821/dlxb202108010

1 引言

1949年中华人民共和国成立以来, 中国发展经济的同时也迎来了人口爆炸式地增长, 尤其是60—70年代婴儿潮的到来使得青壮年劳动力数量大幅度提升, 为中国改革开放后经济的迅猛发展奠定了扎实的人口红利基础。然而, 庞大的人口数量对生态环境与自然资源造成了巨大压力, 故此, 中央政府在20世纪80年代提出了“计划生育”的基本国策, 人口快速增长势头得到了有效的控制。

然而, 由于低生育、长寿命以及人口迁移等因素的共同影响, 推动了中国老龄化进程^[1]。20世纪60—70年代出生的人口已经或即将达到退休年龄, 面临着紧迫的养老问题。中国现阶段人口年龄结构与几十年前相比, 发生了巨大变化。根据国家统计局发布的《中国统计年鉴2018》数据显示(图1), 截至2017年底, 中国60岁以上的老年人口数量已经达到2.4亿, 占总人口的17.3%, 表明了中国已经全面步入老龄化社会。这2.4亿老年人口中, 按照年龄又可以细分为3组人群。其中, 60~69岁的低龄老年人占比

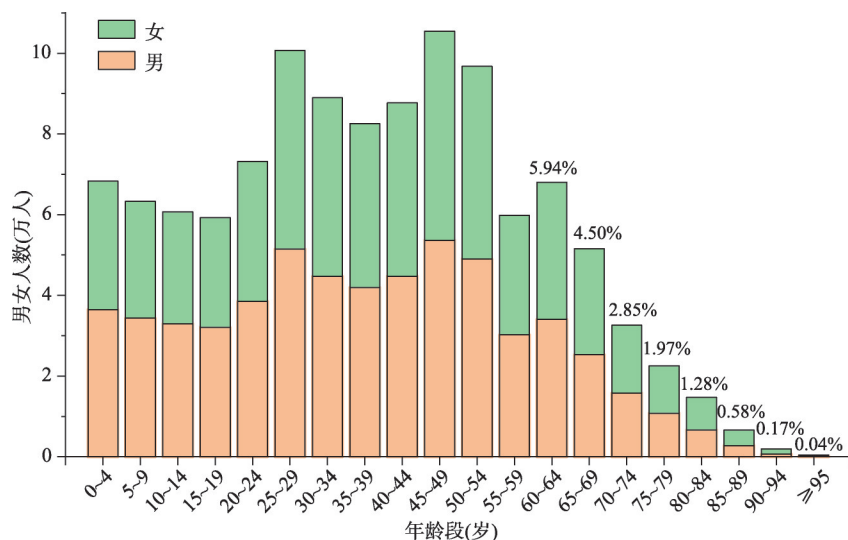
收稿日期: 2020-01-13; 修订日期: 2021-01-15

基金项目: 广东省自然科学基金项目(2019A1515012102); 国家自然科学基金项目(41701146, 41601133, 41971184, 41901170) [Foundation: Natural Science Foundation of Guangdong Province, China, No.2019A1515012102; National Natural Science Foundation of China, No.41701146, No.41601133, No.41971184, No.41901170]

作者简介: 姜磊(1983-), 男, 山东烟台人, 博士, 副教授, 主要从事经济地理学研究。E-mail: lei_jiang@zufe.edu.cn

通讯作者: 朱竑(1968-), 男, 甘肃临夏人, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向为社会文化地理学。

E-mail: zhuhong@gzhu.edu.cn



注：数据来源《中国统计年鉴2018》公布的2017年全国人口抽样数据，抽样比为0.824%。

图1 2017年中国人口年龄结构图

Fig. 1 Age structure of the Chinese population in 2017

56.1%，70~79岁的中龄老年人占比32.9%，而80岁以上的高龄老年人仅占11.0%。同时，从人口年龄结构可以看出，当前40~60岁的人口占总人口比例也很高（30.54%）。据《“健康中国2030”规划纲要》数据显示，截至2015年中国的人均预期寿命为76.34岁，2020年预计将达到77.3岁，2030年达到79.0岁。结合年龄结构图来看（图1），中国当前的老龄化还未达到峰值。然而，预计在10~20年后中国将面临更加严峻的老龄化形势。

与之相对应的是，中国的养老机构和养老设施存在明显的短板。根据中华人民共和国民政部发布的《2017年社会服务发展统计公报》显示，截至2017年底，全国总计养老床位为744.8万张，平均每千名老人仅拥有30.9张床位，远远不能满足当前的养老需求。另外，加之老年人口的急剧增加以及持续多年的低生育率，使得中国已经面临着严峻的养老问题。如果依照当前的养老机构和设施的情况，若不能有效地解决供给不足这个短板，那么在未来的10~20年内，家庭和社会将会面临高昂的社会养老成本。

由于人口老龄化问题日益突出，养老机构设施供给不足的问题已经成为了政府亟需解决的民生问题。因此，近年来颁布了一系列积极的优惠政策和措施来应对社会养老问题。这些政策主要涉及养老设施的基础建设、养老服务体系、社会保障制度、市场体制建设等方面。例如，2014年与2015年先后发布的《商务部民政部发布公告鼓励外国投资者在华设立营利性养老机构从事养老服务》与《关于鼓励民间资本参与养老服务业发展的实施意见》，指出了要通过政策支持促进外国投资者和民间资本加大在养老服务业的投资建设并鼓励养老产业发展。随后，2016年又连续发布了两份政策文件，提出了要开发一批集养老、医疗、康复与旅游为一体的医药健康旅游示范基地，加快中国养老设施的基础建设。另外，《关于2016年深化经济体制改革重点工作的意见》的文件中提到深化养老服务业综合改革试点，将要加大养老服务市场的开放程度，鼓励民间资本与外资进入养老服务业市场。2017年国务院又发布了《国务院办公厅关于制定和实施老年人照顾服务项目的意见》，明确指出要发展居家养老业务并为其提供相应的政策支持，倡导社会建立医养结合机构。由此可见，养老问题已经成为政府关注的重大社会焦点，政府正在不断发布利好政策来鼓励社会各种资源解决当前的养老问题以及满足未来的养老需求。

中国日益严峻的社会老龄化问题也是学术界关注的热门课题。国内学者主要从养老院的发展状况、老年人生活现状以及老年人生活保障制度三大方面从不同角度针对中国迫切的养老问题开展实证研究。第一,有关养老院发展状况方面,柴彦威等^[2]以北京为例,研究了养老服务供给与老年人需求之间的关系,发现其存在着结构性的矛盾,即市区老年人对养老服务需求大,但是相应的养老床位少,而郊区的需求量小却有多余的养老床位。康蕊^[3]也得出了相近的结论,并且发现养老机构提供的多为日常照料服务,缺少老年人需要的护养服务。王三秀等^[4]调查了农村养老院的状况,发现农村的养老机构存在着基础设施不完善、运营不佳且数量匮乏,无法满足农村老年人日益增长的养老需求等问题。与之相反的是,赵东霞等^[5]研究了东北地区的养老资源与老年人口匹配程度,发现两者之间存在正相关关系,且老龄化有一定的空间关联特征。梁月等^[6]对湖北十堰的养老院进行了调查分析,发现十堰市养老院的医疗卫生状况不佳、设施服务不全,老人的医疗需求无法得到满足。

第二,有很多学者关注老年人的生活现状方面。例如,曾毅等^[7]通过调查发现了中国社会老年人正在出现空巢化趋势,并且指出这是由于实行计划生育后导致的低生育率,成年子女减少,许多老人无法与他们的已婚子女同住,故而出现越来越多的空巢老人。曲嘉瑶等^[8]研究发现,虽然中国老年人的居住现状仍以三代同住为主,但是这一比例正逐渐下降,并且与配偶同住的比例在逐渐上升。此外,孙鹃娟^[9]也观察到了空巢化这一社会现象,分析了第六次人口普查与第五次人口普查数据后发现,目前三代同堂仍旧是老人最主要的家庭居住方式,但随着60后进入老年期,将会出现越来越多的空巢老人,进而对养老院会有更大的需求。任强等^[10]还探究了老年人的居住方式与情感状况之间的关系,研究发现配偶是老年人获得幸福感的关键,单独夫妇生活以及三代家庭同住的老年人相比丧偶或独居的老年人具有更高的幸福感。彭庆超^[11]研究了当下农村老人的主要居住方式,发现单独与配偶居住方式已经超越了三代同住。卢沛等^[12]则调查了老年人的生活质量,研究发现养老机构中老年人的患病率高于平均水平,且各项生活水平指标也较低,这是由于养老机构之间资源配置失衡所造成的。谢江芸等^[13]通过对60例失智失能老人的观察发现,医养结合的照护模式能充分发挥医院的医疗和照护资源,改善失智失能老人的生活自理能力以及精神行为状况。

第三,有关老年人生活保障制度方面,洪大用等^[14]调查后发现,在后集体时代农村的五保供养制度出现了较大的问题,近一半的五保对象未获得保障。封进^[15]使用了福利经济学对中国养老保险体系进行了分析,认为当下采用现收现付制的保险体系有利于社会福利改善。同样,徐梅等^[16]也得出了类似的结论,并认为还可以通过缩小收入差距来减轻养老保险的社会和财政负担。许亚敏^[17]参考了国外的养老保障机制并结合中国国情,建议通过厘定职责,推进居家养老和社区养老方式,构建多层次、广覆盖、可衔接的农村社会养老保障体系来缓解养老问题。徐学英等^[18]则提出要以国家、省级政府、市县和个人共同分担护理费用的居家养老方式来缓解资金不足的问题。任素娟等^[19]在调查了中国人口老龄化的现状后提出了政府应当完善医养结合服务体系,并且加快实施强制护理保险制度来推动建设中国的养老保障体系。刘伟兵等^[20]也对老年人社会保障制度进行了分析,发现社会养老政策反而在老年人福利方面产生了一定的负面作用,这是因为社会养老保险制度的完善显著地“挤出”了子女对老人的劳动支持以及经济支持。乔长昭^[21]分析了当下养老保险基金问题背后的原因,认为养老保险基金收支不均是由养老保险统筹层级过低,以及地区经济发展不均衡共同造成的,应当建立全国统一的养老保险基金管理机构。

综上所述,虽然目前有大量的实证分析针对中国社会老龄化的养老院发展状况、老年人的生活现状以及老年人的生活保障制度等方面开展研究,但是绝大部分研究针对微观数据层面,或者单独针对个别城市的养老问题作为研究对象。由于数据可得性的原因,目前没有研究从全国宏观的城市尺度层面来分析中国的养老院的空间分布特征以及城市间养老院分布差异的影响因素。因此,本文主要有3点贡献:①利用网络爬虫技术获取中国285个城市养老院的数量,然后,从全国城市尺度分析养老院的空间分布特征,从而为地区差异化养老政策的制定和措施的实施提供科学的参考依据。②由于养老院在空间分布上存在显著的空间分异性特点,因此,本文采用学术界最新的地理探测器方法来分析285个城市养老院数量差异的影响因素,从而为中国城市养老院设施的建设提供空间统计上的依据。③本文从全国层面城市尺度出发开展研究,有助于政策制定部门从宏观上把握全国各地的养老院现状,充分结合当地的人口结构实际情况,从而制定未雨绸缪的养老政策和措施以应对未来的养老压力。

2 模型方法和数据说明

2.1 地理探测器

地理探测器是一种用于空间数据分析的统计模型^[22],其基本理论是通过空间分层异质性视角来判断两个变量的空间分布的相似性。具体来说,如果某个自变量对某因变量有影响,那么自变量的空间分布和因变量的空间分布应该趋于一致^[23]。最初地理探测器用于研究地理相关因素对于地方性疾病的影响,后来应用范围逐步扩大至与地理空间相关的研究领域。例如,居民宜居满意度^[24]、粮食产量^[25]、城市的建设用地变化^[26-27]、房价影响因素^[28]、碳排放^[29]以及土壤重金属污染^[30]等。

本文采用地理探测器中的因子探测及交互作用探测来分析中国285个城市养老院空间分布的影响因素以及交互作用。空间分异性是基本的地理现象。地理探测器方法的主要目的就是空间分异性进行定量化。首先介绍因子探测。因子探测的作用是探测某一个因子 X 对于属性 Y 的空间分异性的解释程度有多大,用 q 统计量来表示,具体的表达式为:

$$q = 1 - \frac{\sum_{h=1}^L N_h \sigma_h^2}{N \sigma^2} = 1 - \frac{SSW}{SST} \quad (1)$$

$$SSW = \sum_{h=1}^L N_h \sigma_h^2 \quad (2)$$

$$SST = N \sigma^2 \quad (3)$$

式中: $h=1, 2, \dots, L$ 表示因子 X 或变量 Y 的分层,也可以称之为分类; N_h 和 N 分别为层 h 和全区的单元数量; σ_h^2 和 σ^2 分别是层 h 和全区 Y 值的方差。 SSW 可以理解为层内方差之和, SST 则是全区总方差。 q 值的范围在 $[0, 1]$ 之间,其中,数值越大则表示 Y 的空间分异性越明显。若分层根据因子 X 产生,则 q 值表示因子 X 对属性 Y 的因子解释力, q 越大,那么因子的解释力越大。极端情况下,当 q 值为1时,则表示因子 X 解释了100%的属性 Y ,而0则表示因子 X 与属性 Y 无关。

交互作用探测是用来检验不同风险因子 X_i 进行交互之后的效果。具体来说,将风险因子 X_i 和 X_j 进行交互后,判别其对因变量 Y 的因子解释力是增强还是减弱,以及增强多少或者减弱多少,或者两者对 Y 的影响是否相互独立等问题。具体方法为首先计算两个

因子 X_1 和 X_2 分别对 Y 的 q 值: $q(X_1)$ 和 $q(X_2)$;然后,将两个因子进行交互(将 X_1 和 X_2 两个图层进行叠加,相切后形成新的多边形分布)并得到 q 值: $q(X_1 \cap X_2)$;最后,将 $q(X_1)$ 、 $q(X_2)$ 和 $q(X_1 \cap X_2)$ 进行比较。两个因子交互作用的结果可以分为5类(表1)。

表1 交互作用探测
Tab.1 Interaction detector

判据	交互作用
$q(X_1 \cap X_2) < \text{Min}[q(X_1), q(X_2)]$	非线性减弱
$\text{Min}[q(X_1), q(X_2)] < q(X_1 \cap X_2) < \text{Max}[q(X_1), q(X_2)]$	单因子非线性减弱
$q(X_1 \cap X_2) > \text{Max}[q(X_1), q(X_2)]$	双因子增强
$q(X_1 \cap X_2) = q(X_1) + q(X_2)$	独立
$q(X_1 \cap X_2) > q(X_1) + q(X_2)$	非线性增强

2.2 指标选取

为了探究影响城市养老院数量空间分布的驱动因素,本文分别从人口、经济和环境3个维度选取了5个变量,即:老年人口数量(Pop)、经济发展水平(GDP)、公共财政支出(Expd)、养老保险参保人数(Pension)以及公园绿地面积(Park)。^①老年人口数量。选用65岁以上的人口作为老年人口。这是由于国际上定义65岁以上人口为老年人口。此外,《中国统计年鉴》划分年龄组也将65岁及以上定义为老年人口。一般来说,城市中老年人口的数量越多,那么对养老院的需求也就更大,更大的市场需求则意味着需要更多的养老机构来提供养老服务。由于养老院的服务对象是老年人,故可以推断出,两者在空间分布上具有高度的相似性。^②经济发展水平。经济发展水平通常决定了一个城市的综合治理和社会服务能力。经济水平越发达,那么能够提供的养老机构和设施就越多。此外,经济水平越高的城市,对于高质量养老服务的要求就越高,愿意在规范化的养老院进行养老的老年人也就越多,城市中养老院的数量也就越多。GDP代表了一个城市的经济水平,可以预计两者之间具有很强的相关性。^③公共财政支出。其反映出一个城市的公共设施的建设投入的经济能力。公共财政支出越高的城市,通常能够为养老机构和设施的建立提供更多的资金扶持,那么养老院数量也就会越多。^④养老保险参保人数。它能反映出一个城市的社会保障能力。参保人数越多,说明地区社保能力越强,那么老年人有充分的经济保障,可以选择到养老院养老。对于社会保障能力强的城市来说,越有可能提供更多的养老机构和设施。^⑤公园绿地面积,由于现在人们对于生活环境越来越重视,因此在条件允许时将倾向于选择环境较好的城市养老,具有更高的旅居养老适宜性的城市绿化率一般较高^[31],因此,环境更优异的城市对于养老院的需求就更大。公园绿地面积是衡量城市环境优异的一个指标,公园绿地面积越大则养老院数量越多。

2.3 数据来源

本文采用的是城市尺度的养老院数量。由于部分城市养老院数量为0或者数据缺失,因此最终样本为281个地级市以及北京、天津、上海、重庆4个直辖市,合计285个城市。利用网络爬虫技术从百度地图中获取了这285个城市的养老院数量数据,采集日期为2019年6月。此外,由于数据可获得性原因,研究未包含港澳台地区。其他数据方面,老年人口数量来自《中华人民共和国第六次人口普查》。经济发展水平、公共财政支出、养老保险参保人数、公园绿地面积4个变量的数据来源于《中国城市统计年鉴2017》。为了验证城市养老院数据的真实性和有效性,本文将获取的数据与统计年鉴中的进行对比。由于绝大部分城市未公布养老院数量,对比了4座城市,分别为深圳34个、

上海 626 个、北京 513 个、南京 260 个,可见采集的数据与统计数据差异不大,并且比例非常接近,因此利用该数据可以很好地探析出中国城市养老院数量的空间分异性特征。

由于地理探测器分析方法要求自变量为类型变量,本文使用自然断点分类方法将老年人口数量、经济发展水平、公共财政支出、养老保险参保人数以及公园绿地面积 5 个变量均分为 5 类。

3 中国养老院及影响因素的空间分布特征

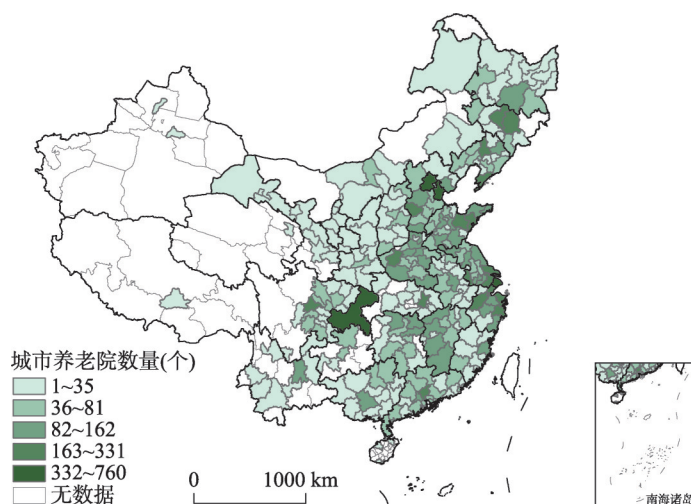
3.1 养老院数量的空间分布

首先采用 ArcGIS 软件绘制出中国 285 个城市养老院数量的空间分布特征(图 2)。由图 2 可以看出,中国养老院数量为 0 或者数据缺失的地区主要集中在西北大部分城市、西南部分城市以及中部少量城市,这些主要是较为落后的欠发达地区。而养老院数量较多的城市大部分分布在东部沿海地区。其中养老院数量比较密集的区域大致为长三角城市群、珠三角城市群、环渤海城市群、成渝城市群以及中原城市群,这些城市群都是经济较为发达且人口较多的地区,与当前的经济发展水平和人口数量在一定程度上存在重合的空间分布特征。其中,北京、天津、上海、重庆 4 个城市养老院数量最多。而东三省至陕西省则呈现出连片的养老院数量少的城市带。可见人口越多的城市养老院数量越多。

为了进一步分析中国城市养老院数量的分布是否平衡,本文剔除了人口因素,进行了归一化处理,绘制出每十万人养老院拥有量的空间分布图(图 3),颜色越深则表示该城市人均养老院拥有量越多。可以发现,中国人均养老院拥有量较多的城市几乎都集中在沿海地区的发达城市,尤其是长三角、珠三角、山东半岛、辽东半岛及京津地区。而华北平原、中原地区、黑龙江北部、以及陕甘宁地区中有较多城市的人均养老院数量较低,反映出这些地区养老机构及设施相较于东部城市来说明显偏少。

3.2 影响因素的空间分布

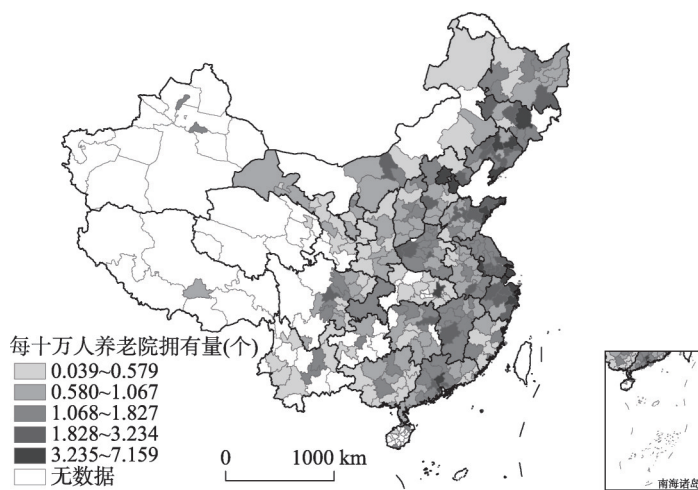
本文绘制出 5 个影响因素的空间分布图(图 4)。根据图 4a 显示可知,老年人口数量较多的城市大部分集中在中原地区、华北平原、山东半岛以及川渝地区。此外,还有少



注:基于自然资源部标准地图服务网站 GS(2016)2923 号标准地图制作,底图边界无修改。

图 2 2019 年中国 285 个城市养老院数量的空间分布

Fig. 2 Spatial distribution of the number of nursing homes in 285 Chinese cities in 2019



注: 基于自然资源部标准地图服务网站GS(2016)2923号标准地图制作,底图边界无修改。

图3 2019年中国每十万人养老院拥有量的空间分布

Fig. 3 Spatial distribution of nursing homes per 100,000 persons in China in 2019

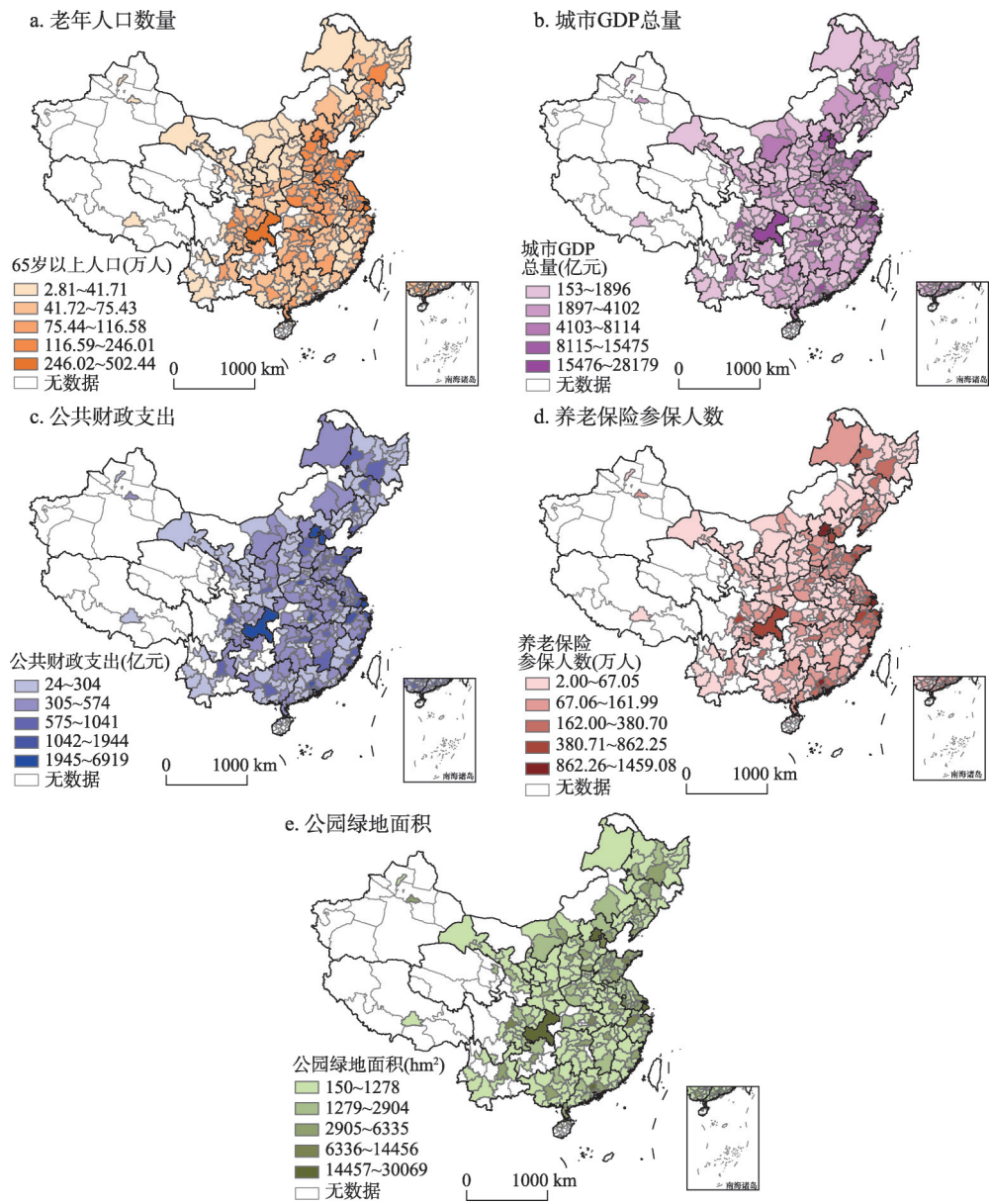
部分老年人口数量多的城市分布在泛长三角地区。老年人口数量较多的城市在一部分程度上和养老院数量较多的城市重合,即呈现出相似的空间分布特征。据此可以推断出,老年人口数量是养老院最主要的驱动因素。

由图4b的城市经济发展水平的空间分布显示,高GDP城市聚集的地区为长三角地区,其次为珠三角地区。此外,高GDP城市集中的地区还有华北平原以及胶东半岛,而东北平原和四川盆地仅有个别城市经济表现较好。最后,西北地区、东北边境以及西南边境等地方城市的GDP水平普遍较低。GDP作为衡量地区经济水平的重要指标,可以很好地表现出城市的经济发展状况,通过对比养老院数量分布,可以发现养老院数量较多的城市在相当程度上和GDP较高的城市重合,可以初步得出结论,经济发展水平是影响城市养老院数量的重要因素。

图4c描述了中国285个城市的公共财政支出情况。可以看出公共财政支出较多的城市大部分集中在珠三角地区、长三角地区以及环渤海地区,其次湖南及周边地区财政支出较高的城市数量也相对较多。东北地区有个别城市的公共财政支出明显高出周边城市,此外,其余城市的公共财政支出较少。

图4d展示出了中国285个城市的养老保险参保情况的空间分布。养老保险参保人数最多的城市主要位于泛长三角地区,以及珠三角地区。此外,环渤海地区的部分养老保险参保人数最多的城市主要集中在胶东半岛和京津冀地区。辽东半岛、华北地区、川渝地区和部分东北城市的养老保险参保情况次之,而西北甘肃地区及一些边境地区的养老保险参保情况则较差。参照养老保险参保情况与养老院数量分布,可以初步看出养老保险参保人数与养老院数量的空间分布存在一定的相似性。

图4e是中国285个城市的公园绿地面积大小的空间分布,一线城市以及重庆市拥有最大的公园绿地面积。同时可以发现,天津、青岛、杭州、成都、武汉等新兴中心城市仅次于北上广深渝这5座城市。而山东地区、长三角地区、珠三角地区及一些省会城市的公园绿地面积再次之,其余地区城市的公园绿地面积则较小。公园绿地面积越小,则表明城市绿化程度越差,环境质量就越差。



注：基于自然资源部标准地图服务网站GS(2016)2923号标准地图制作,底图边界无修改。

图4 2016年5个影响因素的空间分布

Fig. 4 Spatial distribution of five influencing factors in China in 2016

4 实证分析结果

4.1 因子探测结果

本文首先采用Pearson相关系数方法分析了城市养老院数量与5个自变量之间的线性关系。然而，Pearson相关系数仅仅分析了变量之间的线性相关关系，而灰色关联度能够识别出两组随机变量之间的几何相似程度，从而判断两者是否联系紧密，反映出曲线间的关联程度，因此在研究中再加入了灰色关联分析进行进一步的判定，结果如表2所示。

表2 Pearson相关系数、灰色关联及因子探测分析结果

Tab. 2 Results of Pearson correlation coefficients, grey relational coefficients, and factor detector

自变量	Pop	GDP	Expd	Pension	Park
Pearson 相关系数	0.8208	0.8587	0.8324	0.8164	0.7426
灰色关联度	0.8700	0.9478	0.9450	0.9438	0.9348
q 值	0.6614	0.6701	0.6732	0.5901	0.5931

首先从 Pearson 相关系数（表2）可以看出，线性相关程度从大到小排序为经济水平（GDP）>公共财政支出（Expd）>老年人口数量（Pop）>养老保险参保人数（Pension）>公园绿地面积（Park）。其中，经济水平（GDP）、公共财政支出（Expd）、老年人口数量（Pop）、养老保险参保人数（Pension）与养老院数量之间的相关系数大于0.8，属于极强相关；公园绿地面积（Park）与养老院数量之间的相关系数介于0.6~0.8之间，属于较强相关。由此可以得出，这5个自变量均与养老院数量之间存在正向的线性相关。

通过灰色关联分析（表2）可以发现，5个自变量的灰色关联度都很高，并且数值非常接近。相较于 Pearson 相关系数来说，灰色关联分析得出这5个自变量与因变量之间拥有更高的相关性，其相关性大小排序为：经济水平（GDP）>公共财政支出（Expd）>养老保险参保人数（Pension）>公园绿地面积（Park）>老年人口数量（Pop）。

然而，Pearson 相关系数和灰色关联度这两种方法都忽略了空间分层异质性问题，无法反映出数据的空间差异特征。因此本文采用一种新的空间分异性视角的统计分析方法，即地理探测器，来进一步分析中国285个城市养老院数量空间分布差异的影响因素。

表2中的因子探测分析结果显示，这5个自变量均通过了1%的显著性检验，换言之，这5个变量是影响城市养老院空间分布的重要驱动因素。其中，q 值的大小表示因变量Y在多大程度上受自变量X的影响，这5个影响因素对养老院空间分布的解释力从大到小排列依次是公共财政支出（Expd）>经济水平（GDP）>老年人口数量（Pop）>公园绿地面积（Park）>养老保险参保人数（Pension）。从系数大小来看，q 值考虑了空间异质性后远低于 Pearson 相关系数和灰色关联度的得分，说明了充分考虑了异质性后，矫正了变量之间的相关程度。虽然系数不同，但是这5个自变量与因变量之间的关系密切程度没有很大的改变。

在这5个自变量中，因子解释力最大的是公共财政支出（0.6732），这是因为养老院的建设离不开政府的财政支持，因此公共财政支出对养老院数量至关重要，政府财政支持对于当地养老问题的解决发挥着至关重要的作用。其次就是城市经济水平，GDP是衡量一个地区经济水平的重要指标，城市的养老院数量在很大程度上取决于经济发展水平的影响。由图2也可以看出，经济发达的城市，养老院数量较多。第三和第四分别是老年人口数量和公园绿地面积。其中，特别需要注意的是老年人口变量。相比较 Pearson 相关系数和灰色关联的结果，因子探测结果中的老年人口变量的q 值（0.6614）与前两大影响因素，即经济发展水平与公共财政支出的q 值（0.6701和0.6732）相比非常接近，说明了地理探测器能够结合空间分异性的特点，可以更好地揭示城市养老院数量分布差异与驱动因素之间的关系。最后，因子解释力最小的是养老保险参保人数（0.5901）。从经济学角度分析，其原因是养老保险参保人不同于领取养老金的老年人，其中很大部分未到退休年龄，因此养老保险参保人数更多的是影响未来的养老院需求，在时间上与其他4项自变量的效用性质有所不同，具有一定的时滞性。然而，就此可以推算出，社会保障水平较高的城市对于未来养老问题应该有进一步的规划，未雨绸缪地布局养老机构和设施，以应对未来的养老挑战。

4.2 交互作用探测

本文利用地理探测器中的交互探测方法来检测不同因子在影响城市养老院空间分布方面的交互作用。5个因子的交互作用结果共有10对（表3）。

由表3可知，5个自变量之间进行交互探测后均出现双因子增强现象，即因子解释力在进行双变量交互后显著上升。由此可以看出，任意两个自变量在交互之后的影响力比原来单独的因子具备更强的解释力，说明了城市养老院数量的空间分布实际上是多种因素共同影响的结果。

表3 交互作用因子得分
Tab. 3 Results of the interaction detector analysis

交互作用	Pop	GDP	Expd	Pension	Park
Pop	0.6614				
GDP	0.8325	0.6701			
Expd	0.8293	0.7091	0.6732		
Pension	0.8392	0.7014	0.7042	0.5901	
Park	0.8176	0.6953	0.6962	0.6618	0.5931

从 q 值来看，老年人口数量与养老保险参保人数的交互作用最强（0.8392），然后是老年人口数量与经济发展水平（0.8325），老年人口数量与公共财政支出（0.8293）和老年人口数量与公园绿地面积（0.8176）。其他因子之间的交互作用均弱于老年人口数量与其他4个因子之间的交互作用，充分说明了老年人口数量与其他因素结合对城市养老院数量空间分布来说是最主要的影响因素。

由此结合上述的因子探测结果可以断定出，5种驱动因素都是影响城市养老院数量分布的重要因子，但是所有的社会经济因子结合老年人口数量这一变量后与城市养老院的关系就更为密切，这进一步说明了，城市养老院的空間分布差异本质上是各个城市老年人口数量的不同，但是不同城市的养老机构数量多少依然取决于其社会经济条件。换言之，对于老年人口比例较高的城市，需要依靠强有力的经济条件才能够解决城市未来的养老问题，这在东部地区如长三角已经能够较好地实现，但是对于老年人口比例高且经济水平较低的城市来说，未来可能要面临更大的社会养老挑战。

5 结论与政策建议

本文采用地理探测器方法对中国285座城市的养老院数量的空间分布进行了因子探测分析，发现老年人口数量、经济水平、公共财政支出、养老保险参保人数和公园绿地面积是影响中国城市养老院数量的重要因素。

（1）从总体上看，中国285个城市中养老院数量多的城市主要集中在长三角地区、珠三角地区、环渤海地区以及中原地区，这些地区都是经济较为发达地区，在养老院建设上具有比较强的经济优势，且大致与国家发展规划的城市群相吻合。站在需求的角度上来看，人民越富足，则对于生活水平的追求越高。对大城市中数量占据主体的中产阶级来说，养老机构的专业化养老服务能够提高老年人的生活质量，因此在经济条件允许的情况下中产阶级更倾向于养老机构养老，大城市对于养老院服务就有更大的需求。同时，经济更为发达的城市，也更易接受养老机构养老这种现代化的养老方式，因此在大城市中，未来养老院将会有更大市场。并且，长三角地区、珠三角地区和中原地区都是

老年人口非常密集的城市群,庞大的人口基数以及更多的老年人口代表着对养老院更大的需求,这也是促成养老院建设的重要原因。

(2) 在5个影响因素中,养老保险参保人数对养老院数量的影响最小,公园绿地面积略高,然而这两项因素与其余3项驱动因素有较大差距。公共财政支出影响为最大,经济水平紧随其后,说明财政和经济水平是影响养老院数量的最重要的驱动因素。进一步说明了,解决未来城市养老问题最核心的途径就是要快速地提高当地的经济水平。老年人口数量对养老院数量也有较大影响,这也是城市间养老院数量空间分布差异的本质原因。站在供给的角度来看,养老院的建设也是城市公共服务的一部分,这离不开政府的支持,更高的公共财政支出意味着能够有更多的资金流入养老服务市场,以扩充城市养老院数量。同时,更高的经济水平和数量更庞大的老年人口则可以带来对养老院更大的需求,那么经济条件好的城市能够快速增加养老院数量。

(3) 老年人口数量、经济水平、公共财政支出、养老保险参保人数和公园绿地面积这5个自变量指标进行交互后均出现了双因子增强,说明他们之间的共同作用相比单个因素能更大程度上影响城市养老院数量的空间分布。并且,老年人口数量与其他4个因素的交互作用最强。所以相对于单个自变量来说,一座城市的养老院数量实际上是受多个因素的共同作用,而老年人口数量是最本质原因,在与社会经济因子进行交互时,能够对城市养老院空间分布差异产生更强的解释力。

由结论可以发现,中国285座城市的养老院数量分布更多地是受到老年人口规模以及养老保险参保人数共同作用的影响。未来,随着中国经济的持续高速发展,在人口规模较大的城市将会出现更多的养老院。根据目前的影响因素预测,由于人口基数较大以及流入人口较多,未来大部分养老院的增加将会出现在中原地区、四川地区以及珠三角地区,以适应其未来的养老需求。结合研究的结论,给出以下3点政策建议。

(1) 通过城市养老院数量的空间分布可以看出,中原地区、陕甘宁和西南地区的人均养老院数量过低,而中原地区和西南地区又是中国人口数量最多的地区,具有非常大的养老院市场潜力,未来有着强烈的养老服务需求。因此,政府可以在这些地区及时出台优惠政策,大力促进养老院的建设以满足中原地区以及西南地区未来的庞大养老需求。

(2) 地理探测器结果表明城市养老院数量影响因素中最主要的驱动因素为公共财政支出,经济水平紧随其后,表明目前大部分城市养老院的建设受到公共财政支出的影响,同时,城市经济发展水平也是主要影响因素。因此,政府可以放开市场准入限制或者通过适当给予补贴的方式,以吸引更多的民间资本流入养老服务业,来迅速地增加养老院供给,以达到快速实现供求均衡。此外,政府还可以通过混合控股公私合营的方式建设和运营养老院,在政府监督管理下,充分地运用市场机制来满足和保障未来的养老质量和养老需求。

(3) 由于中国的养老服务业起步较晚,养老院的运营现状并不乐观,养老服务业的从业人员技术水平和服务技能大部分不达标,医疗和急救水平不完善。因此,政府可以通过开办培训学校提高养老院从业人员的专业技能,对养老院设定医疗设施标准,使得养老院的运营服务质量得到更好提升,使养老院老年人的生活更加舒适,安全更有保障,也使得更多老年人愿意将养老方式由家庭养老转变为机构养老。

参考文献(References)

- [1] Yang Juhua, Wang Susu, Liu Yifeng. 70 years of China: Analysis on the trend of population aging. Chinese Journal of Population Science, 2019(4): 30-42, 126. [杨菊华, 王苏苏, 刘铁锋. 新中国70年:人口老龄化发展趋势分析. 中国人口科学, 2019(4): 30-42, 126.]

- [2] Chai Yanwei, Zhang Yan, Shen Fanbu, et al. Spatial mismatch between elderly population and elderly facility in Beijing. *China Social Work Research*, 2010, 7(1): 13-32. [柴彦威, 张艳, 沈凡卜, 等. 北京市老年人口与养老机构的空间匹配研究. *中国社会工作研究*, 2010, 7(1): 13-32.]
- [3] Kang Rui. A study on the structural paradox between ageing-care institutions and demand of the elderly: A case study of Beijing. *The World of Survey and Research*, 2016(11): 36-41. [康蕊. 养老机构与老年人需求分布的结构性矛盾研究: 以北京市为例. *调研世界*, 2016(11): 36-41.]
- [4] Wang Sanxiu, Yang Yuanyuan. The realistic predicament and countermeasure of the rural elderly care in China: A case study based on B county, Z province. *Journal of Sichuan University of Science & Engineering (Social Sciences Edition)*, 2017, 32(3): 1-15. [王三秀, 杨媛媛. 我国农村机构养老面临的现实困境及其对策研究: 基于Z省B县的个案调查. *四川理工学院学报(社会科学版)*, 2017, 32(3): 1-15.]
- [5] Zhao Dongxia, Han Zenglin, Ren Qilong, et al. Study on the relationship between the spatial feature of urban population aging and the pension resources matching: Take the three provinces of the Northeast China as an example. *Resources Science*, 2018, 40(9): 1773-1786. [赵东霞, 韩增林, 任启龙, 等. 市域人口老龄化空间特征与养老资源匹配关系研究: 以东北三省为例. *资源科学*, 2018, 40(9): 1773-1786.]
- [6] Liang Yue, Chai Yun. Analysis of the present situation and demand of supporting medical service in nursing home: A case study of a district in Shiyan City. *Chinese Journal of Social Medicine*, 2018, 35(1): 83-86. [梁月, 柴云. 养老院配套医疗服务现状及需求分析: 以十堰市某区为例. *中国社会医学杂志*, 2018, 35(1): 83-86.]
- [7] Zeng Yi, Wang Zhenglian. Family and changes of living arrangement of the elderly in China. *Chinese Journal of Population Science*, 2004(5): 2-8. [曾毅, 王正联. 中国家庭与老年人居住安排的变化. *中国人口科学*, 2004(5): 2-8.]
- [8] Qu Jiayao, Sun Lujun. Living arrangements and changes of the elderly in China: From 2000 to 2006. *Population Journal*, 2011, 33(2): 40-45. [曲嘉瑶, 孙陆军. 中国老年人的居住安排与变化: 2000—2006. *人口学刊*, 2011, 33(2): 40-45.]
- [9] Sun Juanjuan. Current situation and changing patterns of living arrangement of Chinese elderly: An analysis based on data from the fifth and sixth censuses of China. *Population Research*, 2013, 37(6): 35-42. [孙娟娟. 中国老年人的居住方式现状与变动特点: 基于“六普”和“五普”数据的分析. *人口研究*, 2013, 37(6): 35-42.]
- [10] Ren Qiang, Tang Qiming. Living arrangements of the elderly and their emotional well-being in China. *Chinese Journal of Population Science*, 2014(4): 82-91. [任强, 唐启明. 中国老年人的居住安排与情感健康研究. *中国人口科学*, 2014(4): 82-91.]
- [11] Peng Qingchao. Living arrangements of the rural elderly and changes in China: 2000-2010. *Journal of the Party School of Guiyang Committee of CPC*, 2015(3): 58-62. [彭庆超. 我国农村老年人的居住方式与变化趋势. *贵阳市委党校学报*, 2015(3): 58-62.]
- [12] Lu Pei, Song Tao, Dai Fumin, et al. The quality of life of the elderly and its influencing factors in frail and pre-frail ageing-care institutions. *Chinese Journal of Gerontology*, 2019, 39(6): 1471-1475. [卢沛, 宋涛, 戴付敏, 等. 养老机构衰弱及衰弱前期老年人生活质量现状及影响因素. *中国老年学杂志*, 2019, 39(6): 1471-1475.]
- [13] Xie Jiangyun, Chai Dongsheng, Zhang Xiuying. A study on exploration and practice of the mode of care for the dementia elderly in medical and nursing homes. *Guangdong Medical Journal*, 2019, 40(9): 1349-1351. [谢江芸, 柴东升, 张秀英. 医养结合养老院对失智失能老人照护模式的探索与实践. *广东医学*, 2019, 40(9): 1349-1351.]
- [14] Hong Dayong, Fang Lijie, Qiu Xiaoqing. Dilemmas and solutions: A study on "Wubao" in post-collective rural China. *Journal of Renmin University of China*, 2004, 18(1): 49-56. [洪大用, 房莉杰, 邱晓庆. 困境与出路: 后集体时代农村五保供养工作研究. *中国人民大学学报*, 2004, 18(1): 49-56.]
- [15] Feng Jin. Welfare analysis of China's pension reform. *Economic Research Journal*, 2004, 39(2): 55-63. [封进. 中国养老保险体系改革的福利经济学分析. *经济研究*, 2004, 39(2): 55-63.]
- [16] Xu Mei, Qiu Changrong. Economical analysis on the choice of different groups on pension system in China. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2006, 23(4): 22-29. [徐梅, 邱长溶. 不同群体对中国养老保险体系选择的经济学分析. *数量经济技术经济研究*, 2006, 23(4): 22-29.]
- [17] Xu Yamin. Study on the developing stages, current situation and policy orientation of the rural old-age social security in China. *Social Security Studies*, 2009(6): 18-26. [许亚敏. 我国农村养老保障事业发展的历程、现状与政策取向研究: 基于制度分析的视角. *社会保障研究*, 2009(6): 18-26.]
- [18] Xu Xueying, Wu Hongmin. Current and future studies on Chinese security system of endowment's nurse. *Northwest Population Journal*, 2011, 32(1): 109-113. [徐学英, 吴红敏. 我国养老护理保障制度的现状及展望. *西北人口*, 2011,

32(1): 109-113.]

- [19] Ren Sujuan, Ma Shunong, Zhang Qi, et al. Research on the current situations, characteristics and the old-age security system of China. *Medicine & Philosophy(A)*, 2017, 38(12): 37-39. [任素娟, 马书农, 张奇, 等. 我国人口老龄化的现状、特征与养老保障体系. *医学与哲学(A)*, 2017, 38(12): 37-39.]
- [20] Liu Weibing, Han Tiankuo, Liu Erpeng. Local substitution of family endowment for the social endowment insurance: Taking the impact of basic endowment insurance for urban and rural residents on intergenerational support for families as an example. *Journal of Sichuan University of Science & Engineering (Social Sciences Edition)*, 2019, 34(3): 1-17. [刘伟兵, 韩天阔, 刘二鹏. 社会养老保险对家庭养老的局部替代研究: 以城乡居民基本养老保险对家庭代际支持的影响为例. *四川理工学院学报(社会科学版)*, 2019, 34(3): 1-17.]
- [21] Qiao Changzhao. The international experience and enlightenment of enhancing the sustainability of China's endowment insurance fund. *Modern Management Science*, 2019(7): 106-108. [乔长昭. 增强我国养老保险基金可持续性的国际经验及启示. *现代管理科学*, 2019(7): 106-108.]
- [22] Wang J F, Li X H, Christakos G, et al. Geographical detectors-based health risk assessment and its application in the neural tube defects study of the Heshun region, China. *International Journal of Geographical Information Science*, 2010, 24(1): 107-127.
- [23] Wang Jinfeng, Xu Chengdong. Geodetector: Principle and prospective. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(1): 116-134. [王劲峰, 徐成东. 地理探测器: 原理与展望. *地理学报*, 2017, 72(1): 116-134.]
- [24] Zhan Dongsheng, Zhang Wenzhong, Yu Jianhui, et al. Analysis of influencing mechanism of residents' livability satisfaction in Beijing using geographical detector. *Progress in Geography*, 2015, 34(8): 966-975. [湛东升, 张文忠, 余建辉, 等. 基于地理探测器的北京市居民宜居满意度影响机理. *地理科学进展*, 2015, 34(8): 966-975.]
- [25] Ye Yanjun, Qi Qingwen, Jiang Lili, et al. Impact factors of grain output from farms in Heilongjiang reclamation area based on geographical detector. *Geographical Research*, 2018, 37(1): 171-182. [叶妍君, 齐清文, 姜莉莉, 等. 基于地理探测器的黑龙江垦区农场粮食产量影响因素分析. *地理研究*, 2018, 37(1): 171-182.]
- [26] Li Jintao, Liu Yansui, Yang Yuanyuan, et al. Spatial-temporal characteristics and driving factors of urban construction land in Beijing-Tianjin-Hebei region during 1985-2015. *Geographical Research*, 2018, 37(1): 37-52. [李进涛, 刘彦随, 杨园园, 等. 1985—2015年京津冀地区城市建设用地时空演变特征及驱动因素研究. *地理研究*, 2018, 37(1): 37-52.]
- [27] Ju H R, Zhang Z X, Zuo L J, et al. Driving forces and their interactions of built-up land expansion based on the geographical detector: A case study of Beijing, China. *International Journal of Geographical Information Science*, 2016, 30(11): 2188-2207.
- [28] Wang Y, Wang S J, Li G D, et al. Identifying the determinants of housing prices in China using spatial regression and the geographical detector technique. *Applied Geography*, 2017, 79: 26-36.
- [29] Zhang X L, Zhao Y. Identification of the driving factors' influences on regional energy-related carbon emissions in China based on geographical detector method. *Environmental Science and Pollution Research*, 2018, 25(10): 9626-9635.
- [30] Qiao P W, Yang S C, Lei M, et al. Quantitative analysis of the factors influencing spatial distribution of soil heavy metals based on geographical detector. *Science of the Total Environment*, 2019, 664: 392-413.
- [31] Gao Zhenhua, Li Ruipeng, Tang Jieru. Comprehensive evaluation of the suitability of residential destinations for the elderly based on factor analysis. *Modern Business*, 2017(14): 188-189. [高振华, 李瑞鹏, 汤洁茹. 基于因子分析下对旅居养老目的地适宜性的综合评价. *现代商业*, 2017(14): 188-189.]

The spatial heterogeneity distribution of Chinese urban nursing homes and socio-economic driving factors

JIANG Lei¹, CHEN Xingyu¹, ZHU Hong^{2,3}

(1. School of Economics, Zhejiang University of Finance and Economics, Hangzhou 310018, China;
2. School of Geography and Remote Sensing, Research Center for Human Geography and Urban Development
in Southern China, Guangzhou University, Guangzhou 510006, China; 3. Guangdong Provincial Center for
Urban and Migration Studies, Guangzhou 510006, China)

Abstract: Over the recent decades, China has become an ageing society and how to best take care of the elderly has been in heated debate. Nursing homes have been considered as an effective way to solve the problems associated with the care of the elderly in China. To address these problems, it is of great significance to better understand the spatial distribution of nursing homes in Chinese cities and investigate why their distribution differs in space. This study used crawler technology to obtain the number of nursing homes in 285 Chinese cities by September, 2019, and applied a geo-visualization technique to map their spatial distributions. A novel spatially stratified heterogeneity method (named geographical detector) was employed to uncover the socio-economic driving factors of these nursing homes. The following findings were obtained: (1) The spatial distribution of the number of nursing homes is similar to that of the elderly population in the investigated cities, indicating that there is a close relationship between them. (2) The results of the factor detector test showed that the urban elderly population, urban economic development level, fiscal expenditure, the number of employees joining urban basic pension insurance, and the area of green land is closely related to the number of nursing homes in Chinese cities. Of these five socio-economic driving factors, fiscal expenditure and the level of economic development are the main drivers. (3) The results of the interaction detector test showed that the interaction effects of pairwise factors on nursing homes are stronger than the effect of individual factor. This indicates that the spatial heterogeneity of the number of nursing homes is affected by multiple factors. Moreover, the interactions between the elderly population factor and four other driving factors are the strongest determinants for the development of the number of nursing homes of Chinese cities. Finally, several relevant policies are proposed to promote the increase of nursing homes in Chinese cities based on the main findings.

Keywords: ageing; elderly; nursing home; spatial stratified heterogeneity; geographical detector; China