

## 基于分层聚类的老龄化趋势下城市居住空间演变

田鹏许<sup>1</sup>,周咏馨<sup>1\*</sup>,何芳<sup>2</sup>

1. 苏州科技学院 房地产研究所, 江苏 苏州 215011

2. 同济大学 经管学院, 上海 200092

**摘要:** 城市人口老龄化这一城市人口长期变动趋势必然对城市未来居住空间演变产生重要影响。基于分层聚类法研究老龄化趋势是否诱导了城市局部空间的“集聚过程”或“浓缩过程”以及分析老龄化趋势对城市居住空间分异的作用过程。结论显示在高龄化后期,随着高龄人群的逐渐逝去和搬离,原来在“集聚”或“浓缩”作用机理下形成的居住空间开始逐渐“离散”。

**关键词:** 分层聚类分析; 人口老龄化; 城市居住空间

**中图分类号:** C913.31

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-2324(2015)03-0470-06

## The Evolution of the Urban Residential Space under the Aging Trend Based on Hierarchical Clustering Analysis

TIAN Peng-xu<sup>1</sup>, ZHOU Yong-xin<sup>1\*</sup>, HE Fang<sup>2</sup>

1. Real Estate Research Institute, Suzhou Science and Technology University, Suzhou 215011, China

2. School of Economics & Management, Tongji University, Shanghai 200092, China

**Abstract:** Population aging is a long-time various trend in the city, which plays an important effect on the evolution of the urban residential space. This paper studied that whether happened "urban local space agglomeration process" or "urban local space concentration process" based on the hierarchical clustering method and analyzed the functional process of the aging trend towards the internal evolution mechanism of urban residential space. The results showed that with the elders passing away and migrating away the above "agglomeration process" or "concentration process" of urban residential space would gradually translate into "discrete process".

**Keywords:** Hierarchical clustering analysis; population aging; urban residential space

纵观当前和今后较长时间范围内,无论是国内还是国外,人口老龄化成为世界各国和地区一个不约而同的发展趋势<sup>[1,2]</sup>。城市人口老龄化这一城市人口长期变动趋势必然对城市未来居住空间演变产生重要影响<sup>[3]</sup>。因此,弄清人口老龄化对城市未来居住空间演变的作用机理,将对城市未来新建居住的规划与开发、对现有存量住房的更新和改造以及相应政策的制定有积极的作用。

### 1 老龄化趋势下城市居住空间演变的作用机理

在城市居住空间层面上,若主要居住群体家庭年龄结构相仿且居住价值诉求相对保持一致,则在老龄化过程中,城市居住空间分布可能会随时间推移发生“集聚过程”<sup>[4]</sup>或“浓缩过程”<sup>[5]</sup>。城市居住空间的“集聚过程”是指在原有主体居住群体稳定的基础上,同时能引致外来相仿年龄家庭迁入,外来相仿年龄家庭的迁入扩展了同质化区域的边沿,同时也伴随着区域居住人口的演替过程,也即与主体居住人口相仿的外来家庭的迁入逐渐“挤出”<sup>[6]</sup>了原有非同类型家庭。这一过程中所形成的“集聚”也会进一步诱导周边更广泛区域内主体居住群体的同质化集聚过程。城市居住空间的“浓缩过程”是指与原有主体居住群体非相仿和非同质化的人口净迁出导致的原有主体居住群体更加稳固及所占结构比例不断上升的过程。这一过程深层次诱因是城市社会分层所导致的“城市居住分异”<sup>[7,8]</sup>。具体体现在两个方面,一是在制度和精神层面上,“沉淀”下来的原有居住群体在一定范围内形成了“小环境社会圈和小环境社会意识形态”<sup>[9]</sup>;二是在组织层面上,在一定范围内的主体市场形式和设施格局都逐渐形成了便于原有居住群体的组织模式<sup>[10]</sup>。

但随着主体居住群体的老龄化、居住房屋的老化和居住功能的不适应性增大,这种“集聚”或“浓

收稿日期: 2013-05-11

修回日期: 2013-05-28

基金项目: 国家自然科学基金(71473179)

作者简介: 田鹏许(1981-),男,河南舞阳人,博士,讲师。研究方向:城市经济,房地产经济。E-mail:tpx1228@126.com

\*通讯作者: Author for correspondence. E-mail:alinator@163.com

缩”过程可能会因如下原因逐渐消失。

居住的“下滤”<sup>[11]</sup>导致了上述“集聚”或“浓缩”过程逐渐消弱。一方面是由于向更低收入群体租售原有住所产生的正常下滤过程的结果；另一方面是“加速下滤”的结果。如，由于相邻组团土地大幅升值（或是因周边动拆迁后土地转性所致的升值，或是因该区域土地资源紧张所致的升值）导致的加速下滤。当然，上述过程也可能会因新的规划或政府特别征收行为导致终止，或是因其它不可抗力因素导致终止。

在城市结构层面上，老龄化对城市居住空间分布的作用过程主要体现在城市局部或具体社区的“集聚”或“浓缩”过程上。在高龄化后期<sup>[12]</sup>，随着高龄人群的逐渐逝去或搬离，又会导致居住空间分布的逐渐“离散”。若土地性质仍为居住用地，则该片土地可能会在市场机制作用下转化为其他社会阶层的居住空间；若是利用性质发生变化，则会从本质上变化为另一种功能业态的空间分布。

## 2 基于分层聚类模型的分析框架

研究目标是研究老龄化趋势是否诱导了城市局部空间的“集聚”或“浓缩”。基于研究目标，下文构建以聚类分析<sup>[13]</sup>为核心方法的分析模型<sup>[14]</sup>。具体选择四个相关变量进入聚类分析模块，分别为：

*LH* 指标：是指老龄人口（60岁及其以上的人口）占户籍人口的比例；

*LC* 指标：是指老龄人口占常住人口的比例；

*GL* 指标：是指高龄人口（80岁及其以上的人口）占老龄人口的比例；

*PD* 指标：是指人口密度。

### 2.1 指标选取的原因及内涵的说明

基于 *LH* 指标的判别，有助于聚类分析的有效完成和识别老龄程度最为相近的区域。从城市人口迁移粘滞性来看，一般来讲，城市原住老龄人口迁移粘滞性最大，其次是在册登记户籍人口，再次是常住人口，最后是外来人口。如若城市存在较为严格的户籍准入制度，那么城市内部子区域间的 *LH* 指标较 *LC* 指标更为接近，离散度更低。因此，基于 *LH* 的判别，有助于聚类分析的有效完成和识别老龄程度最为相近的区域。

在 *LH* 指标判别聚类的基础上，导入 *LC* 判别指标，有助于分析老龄化对城市局部居住空间分布的作用过程。假设两个区域（区域 I 和区域 II）经 *LH* 指标判别归为一类，若  $LH < LC I$ ，则表明区域 I 在某一时刻或时段上，实际常住人口数量较在册登记户籍人口数量少，这就说明非老龄人口在过去的一段时间内发生了净迁出，也就意味着区域 I 内的老人居住空间在相对增加，居住总空间结构在向老年居住空间“浓缩”。相反，若  $LC II < LH$ ，则表明区域 II 实际常住人口数量较在册登记户籍人口数量多，这就说明人口在过去的一段时间内向区域 II 发生了净迁入，若外来迁入人口中老年人口占外来人口的比重较大，则说明老年人口向区域 II 出现集聚化趋势，外来老龄人口的导入扩大了原住老龄人口的居住空间，也即“集聚过程”；若外来迁入人口中老年人口占外来人口的比重极小，则说明区域实际老龄化程度在过去一段时间受到了外来迁入人口的“稀释”。

基于 *GL* 指标的判别，有助于识别和标示是不是高龄化区域，并结合上述关于老龄化对城市局部居住空间分布作用过程的判别，有助于对原住老龄化群体持续稳定性或是迁移粘滞性的认识。同时，更重要的是基于 *GL* 判别的新归类标签，也进一步细化了全区域内各子区域老龄化程度的排序，进一步弄清了各个区域人口偏移在区域层次系统间的“位置”变动方向及变化趋势。因此，从城市宏观层面上看，*GL* 判别有助于判断老龄化趋势下城市各个区域“分拨”或“波浪式”进入不同老龄化阶段的“位置”关系和变化趋势。

*PD* 指标是一个辅助判别归类指标，*PD* 的判别有助于将上述分类在空间维度上进一步合成具有空间圈层意义或空间区隔意义的新类。这是因为，基于 *PD* 的大小，城市在空间维度上至少可区隔为城市中心区、城市区域（包含近远郊区域）和非城市化区域（农地为主的区域）。这有助于将上述分类结果放在同一空间圈层内分析，避免了上述归类项处于不连续的离散空间上。同时，从空间维度上有效丰富了分析结论的意义和内涵。

### 2.2 构建分层聚类分析框架

聚类分析是将具有共同特征因素的若干对象的个体特征进行分类的方法。本文的研究对象是将全区域内的各个子区域（区域 I、区域 II、...、区域 N）最终基于上述四指标完成分层聚类，也即从把最近的两类（点）合并成一类开始，逐次下去，直到最后只有一大类为止。并利用不同的聚类方法测试，比较选取恰当归类层数。具体分析步骤如下：

首先，列出具有共同特征因素的对象及其所属变量的数据结构矩阵。由此构建数据结构矩阵如下（表 1）：

表 1 数据结构矩阵  
Table 1 Matrix of data structure

	LC	LH	GL	PD
区域 I	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	...	X <sub>14</sub>
区域 II	X <sub>21</sub>	X <sub>22</sub>	...	X <sub>24</sub>
.....	...	...	...	...
区域 N	X <sub>n1</sub>	X <sub>n2</sub>	...	X <sub>n4</sub>

其次，将数据标准化之后，计算对象间的距离，得到对象间的相似矩阵，如下（表 2）：

表 2 对象间的相似矩阵  
Table 2 Matrix between similar objects

	区域 I Local I	区域 II Local II	.....	区域 N Local N
区域 I	r <sub>21</sub>	r <sub>22</sub>	...	r <sub>24</sub>
区域 II	r <sub>21</sub>	r <sub>22</sub>	...	r <sub>24</sub>
.....	...	...	...	...
区域 N	r <sub>n1</sub>	r <sub>n2</sub>	...	r <sub>n4</sub>

关于距离的计算方式，SPSS（V17）中主要提供了如下几种可选用的指标：

欧氏距离： $r_{ij} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2}$ ，及欧氏距离的平方；

相关系数测定： $r_{ij} = \frac{\sum (x_{ik} - \bar{x}_{i\cdot})(x_{jk} - \bar{x}_{j\cdot})}{\sqrt{\sum (x_{ik} - \bar{x}_{i\cdot})^2} \sqrt{\sum (x_{jk} - \bar{x}_{j\cdot})^2}}$

Minkowski 距离： $r_{ij} = \sqrt[p]{\sum |x_{ik} - x_{jk}|^p}$

CHEBYCHEV 距离：是当 Minkowski 距离中  $p \rightarrow \infty$  时的  $r_{ij} = \max_k |x_{ik} - x_{jk}|$

其它距离还包括余弦距离、阻滞距离、偏差距离、马氏距离等。对于距离计算方式的选取，本文基于实际情况和下文实例分析的需要合理恰当的选取上述指标<sup>[15]</sup>。

关于聚类方法的选取，下文基于实际分析需要，灵活采用“类间最短距离法”或“组间连接法”两种不同的聚类方法。这是因为前者较为强调关键指标的意义，后者具有不依赖具体指标的优点。

最后，关于层数的确定。下文基于“关于变量选取的原因、意义及内涵的说明”中讨论的相关结论和原则，在实际分析中合理选取类的最终层数。

### 3 基于分层聚类的老龄化趋势下的城市居住空间演变实证分析

下面利用 SPSS（V17）软件的系统聚类分析模块——指标（R 型）聚类，基于上海市近年来的各区 LH、LC、GL 和 PD 指标完成聚类分析。

以 PD 为判别指标，先利用 LH、LC 和 PD 三个指标聚类

#### 3.1 关于聚类方法和类间距计算方式的选取

下面分别是基于“最短距离法”和“类间平均值法”，以欧氏距离为类间距测定方式，得出的聚类

树状图。如下(图1):

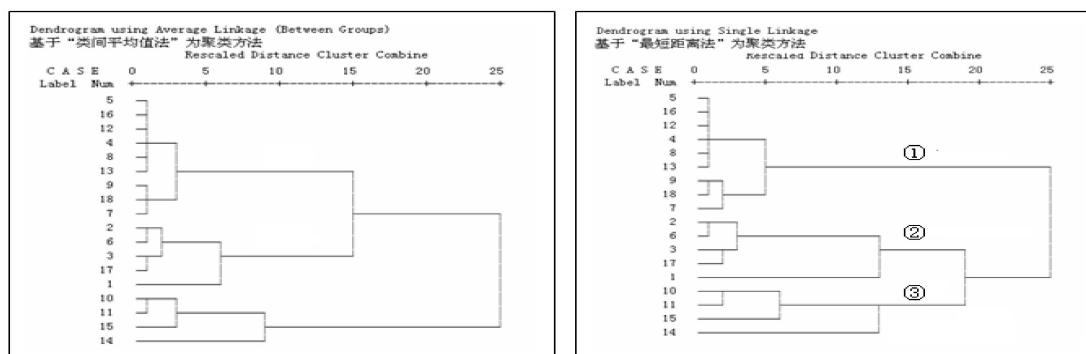


图1 基于“最短距离法”和基于“类间平均值法”聚类树状图

Fig.1 The clustering tree figure based the methods of the shortest distance and the average value among kinds

注:1 闸北;2 杨浦;3 徐汇;4 松江;5 青浦;6 普陀;7 浦东;8 原南汇;9 闵行;10 卢湾;11 静安;12 金山;13 嘉定;14 黄浦;15 虹口;16 奉贤;17 长宁;18 宝山。

Note: 1 Zhabei; 2 Yangpu; 3 Xuhui; 4 Songjiang; 5 Qingpu; 6 Putuo; 7 Pudong; 8 Nanhui; 9 Minhang; 10 Luwan; 11 Jingan; 12 Jinshan; 13 Jiading; 14 Huangpu; 15 Hongkou; 16 Fengxian; 17 Changning; 18 Baoshan.

基于“类间平均法”的聚类结果显示,第5步到第15步的聚类过程并没有从预想的 $PD$ 指标出发作出归类,而是将市区内的部分区域和市区以外的区域合并归类了,这个过程不符合以 $PD$ 为判别指标的预设。而基于“最短距离法”的归类结果满足预设条件。因此,在聚类方法上此处选取“最短距离法”。

关于类间距计算方式的选取。在聚类方法选定的基础上,利用SPSS(V17)的指标(R型)聚类模块,通过验证欧氏距离、相关系数、Minkowski距离、CHEBYCHEV距离等,并结合实际情况最终选取类间距计算方式为欧氏距离。

### 3.2 关于聚类结果的解释

在市区范围内的各区归为一类的过程中,聚类“③”(图1)是将卢湾区、静安区、黄浦区和虹口区共同归为了一类,它们的共同特点是 $PD$ 指标较高且 $LC$ 均大于 $LH$ 。在聚类“②”的过程中,首先是将徐汇区和长宁区、杨浦区和普陀区分别归类,接着又将闸北区并入该类组,最终构成包含上述五区的新类组。聚类“②”的显著特征除 $PD$ 指标较为相近外,还有就是 $LC$ 均小于 $LH$ 指标。最后“②”与“③”在第15步到第20步的聚类中归并为一类。在该大类中满足“ $LC$  ②” $< LH$   $<$ “ $LC$  ③”。

根据上文分析,当 $LH < LC$ ,意味着区域内的老人居住空间在相对增加,居住空间在向老年居住空间“浓缩”。很显然,聚类“③”(图1)区域内的老人居住空间在相对增加,其居住空间结构在向老年居住空间“浓缩”。这就意味着在过去的一段时间内,卢湾区、静安区和黄浦区发生了非老年人口的净迁出(由于虹口区的 $LH$ 指标接近 $LC$ 指标,说明其非老年人口净迁出不明显,故此处将其排除在外),进而导致老年居住空间所占居住空间比例的上升。由于三区均属于上海市中心的核心区,随着时间推移,商业和办公功能逐渐成为其核心功能,居住功能在逐渐弱化,居住空间在相对不断缩小。同时,老龄化进一步加剧了核心区居住人口的分异和社会阶层的不断分化,由此引致了市中心老年居住不断“下滤”和“沉淀”,而高端居住逐渐与之形成隔离,中间层则“被迫”迁移出去,中间层的迁出导致了前二者所占结构比例的上升,可形象描述为中间层的迁出导致了前二者的“浓缩”。总而言之,在市场层面,由于土地利用的边际效应决定了市区核心区地价的“高位刚性”,土地的实际用途逐渐只能由价格机制来形成选择机制;在社会层面,老龄化程度的不断加深逐渐导致了核心区居住人口和居住空间的分异。

当 $LC < LH$ ,则表明在某一时刻或时段上,区域的实际常住人口数量较在册登记户籍人口数量多,若外来迁入人口中老年人口占外来人口的比重较大,则说明老年人口出现集聚化趋势,外来老年人口的导入扩大了原住老年人口的居住空间。在聚类“②”(图1)中,尽管徐汇、长宁、杨浦、闸北和普陀均满足 $LC < LH$ ,但通过进一步研究上述区域近年来的常住人口变化数据,发现除普陀之外,徐汇、长宁、杨浦和闸北四区的实际常住人口近年来略有减少,且 $LC$ 指标正趋向 $LH$ 指

标,有甚至在将来的某个时点或时段可能会出现  $LH < LC$ 。这说明上述四区实际老龄化程度的发展趋势是在不断加深,其相对老人居住空间在不断增加,居住空间结构也在向着老年居住空间“浓缩”。

聚类“①”(图 1)是市区以外各区归为了一类的过程。在此过程中,浦东新区、闵行和宝山三区因  $PD$  指标相近归为了一类,剩下各区同样由于  $PD$  指标相近也归为了一类。但市区以外各区最终能共同归为一大类的原因除了  $PD$  指标外,更显著的特点是大量外来人口在由市中心向外迁移的过程中,“稀释”了基于  $LH$  衡量的老龄化程度,使得实际老龄化程度 ( $LC$  指标) 相对市区小的多。其中,“稀释”最显著的是闵行区、嘉定区和松江区。其中,闵行区的  $LH$  指标 (0.1984) 与  $LC$  指标 (0.0927) 差值为 0.1057,嘉定区的差值为 0.1008,松江区的差值为 0.0866。总之,相对市区老人居住空间所发生的“浓缩过程”而言,显然,此处发生的是相对老年居住空间“稀释过程”。

### 3.3 将 $GL$ 指标进入上述三指标构成四指标聚类

利用同样方法,基于  $LH$ 、 $LC$ 、 $GL$  和  $PD$  四指标聚类结果“树状图”与基于  $LH$ 、 $LC$  和  $PD$  三指标聚类结果“树状图”相同,这说明  $GL$  指标进入上述三指标后对聚类结果影响并不显著。这就意味着在四指标聚类中, $PD$  指标相对  $GL$  指标更具有关键指标意义。反过来也说明了要研究  $GL$  指标的判别意义,就不能在聚类指标群内包括  $PD$  指标。

### 3.4 不包括 $PD$ 指标的 $LH$ 、 $LC$ 和 $GL$ 三指标聚类

当不包括  $PD$  指标时,由于  $LH$ 、 $LC$  和  $GL$  三指标关联性较为紧密,采取“组间连接法”,也即“类间平均值法”作为聚类方法比较合理,类间距的计算仍采用欧氏距离。

基于  $LH$ 、 $LC$  和  $GL$  三指标的聚类结果“树状图”如下:

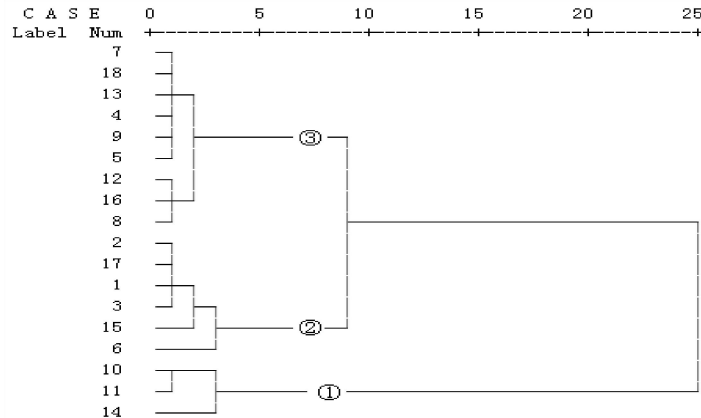


图 2 基于“类间平均值法”的  $LH$ 、 $LC$  和  $GL$  三指标聚类树状图

Fig.2 The clustering tree figure of  $LH$ ,  $LC$  and  $GL$  based on the average value among kinds

基于  $LH$ 、 $LC$  和  $GL$  三指标的聚类结果,可将其分为三层,分别是市区核心层、市区非核心层和非市区层。尽管此处的分层结果与基于  $LH$ 、 $LC$  和  $PD$  三指标分层结果相似,但层的内涵却发生了变化。与上文基于  $LH$ 、 $LC$  和  $PD$  三指标聚类结果最大的不同是,上文强调了  $PD$  作为判别指标的作用,这里强调了  $GL$  作为判别指标的作用。如,聚类“①”(图 2)主要就是基于  $GL$  指标直接将卢湾区、静安区和黄浦区三区归为一类。

## 4 进一步说明和结论

下面再利用三层次中各层  $LH$ 、 $LC$  和  $GL$  的平均值 (表 4),说明三个层次在老龄化过程中的关系。

表 4 三层次  $LH$ 、 $LC$  和  $GL$  均值表  
Table 4 The average values of  $LH$ ,  $LC$  and  $GL$  levels

	$LH$	$LC$	$GL$
市区核心层“①”	0.2300	0.2726	0.2247
市区非核心层“②”	0.2134	0.1952	0.1849
非市区层“③”	0.1983	0.1234	0.1540

从城市结构层面上看,老龄化趋势下人口波峰的时移导致城市部分社区“分拨”或是“波浪式”的进入老龄化社会。诸如发生这样的演替过程——原来的中年社区转变为中老年社区,中老年社区转变为老年社区,老年社区转变为高龄化社区,高龄化社区随着高龄人口不断消散、房龄老化和居住功能及空间的不适应性增大,逐渐消失。可能的路径结果是:

- 1) 持续“下滤”最终导致居住向新的“贫民窟”衰落;
- 2) 种种因素导致的“加速下滤”造成的加速衰落或是被改变用途而发生变迁;
- 3) 由于片区新的规划或政府特别征收行为所导致原有居住生命周期的终止。

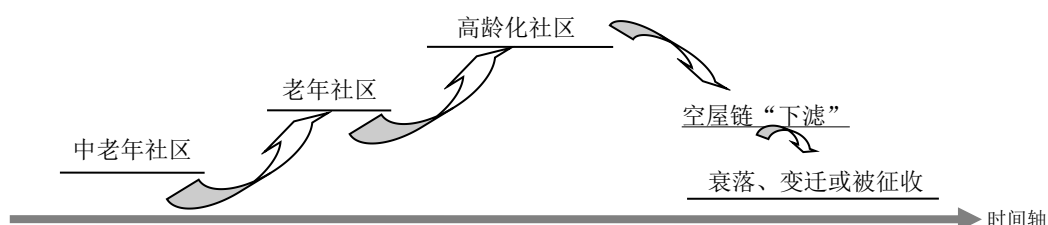


图3 城市社区“波浪式”演变过程

Fig.3 The wavy evolution process in urban communities

如果把表4的三个圈层作对比分析,就不难发现三个圈层满足“分拨”或“波浪式”进入老龄化不同阶段的规律。市区核心层是老龄化程度最高的区域,也是高龄化程度最高的区域,市区非核心层次之,非市区层最低。从人口波峰的时移过程来看,三个连续空间存在空间上的“波浪式”连接关系。

市区核心层的演替过程为:随着高龄化程度的加深,高龄社区的空间在该区域相对扩大,同时伴随着高龄人口不断消散、房龄老化和居住功能不适应性增大导致高龄化社区向新的“贫民窟”衰变或是被改变用途而发生变迁或是被政府征收。由于市区核心层的主要城市功能是发展高端商办业态,因此,高龄化社区发生的演替过程应是随相邻土地组团大幅升值而出现的“加速下滤”过程,当高龄化社区加速下滤或衰变到其居住价值低于再开发的平均投入成本时,就会在市场中被收购,也即发生了原有居住空间的消失和新属性空间的诞生。或是由于片区新的规划或政府特别征收行为所导致原有居住生命周期的终止。

市区非核心层和非市区区域随着人口波峰的时移也会逐渐过渡到高龄化阶段,同样会产生相似演替过程。只不过由于市区核心层空间范围较小,上述演替过程在范围较小空间上的作用更为显著,而后者特别是非市区区域由于大空间性及居住区域相对离散,相似演替过程在大空间尺度上的表现可能不够显著。

## 参考文献

- [1] 邵蔚.全球老龄化趋势和发达国家的应对措施[N/OL].[2012-06-12].[http://www.ssf.gov.cn/yljtzg/201206/t20120612\\_5585.html](http://www.ssf.gov.cn/yljtzg/201206/t20120612_5585.html).
- [2] 封丹.第六次人口普查显示:中国人口老龄化趋势加快[J].科技智囊,2011(6):34-39
- [3] 胡宏伟,栾文敬,杨睿,等.中国人口老龄化区域溢出与分布差异的空间计量经济学研究[J].人口研究,2012(2):71-81
- [4] Theresa G W, Klaus P. Agglomeration and demographic change[J]. Journal of Urban Economics, 2013,84(1):1-11
- [5] Miren L, Giordano M. Concentration, agglomeration and the size of plants[J]. Regional Science and Urban Economics, 2007,37(1):46-68
- [6] 罗丽艳.人口红利还是就业压力?——论资源约束对人口红利的挤出效应[J].广东社会科学,2012(2):31-37
- [7] 傅玳.杭州市居住空间分异现象的统计调查分析[J].统计与决策,2012(4):123-125
- [8] 廖邦固,徐建刚,梅安新.1947-2007年上海中心城区居住空间分异变化——基于居住用地类型视角[J].地理研究,2012(6):1089-1102
- [9] 王立,王兴中.城市社区生活空间结构之解构及其质量重构[J].地理科学,2011(1):22-28
- [10] 周素红,闫小培.城市居住-就业空间特征及组织模式——以广州市为例[J].地理科学,2005(6):6664-6670
- [11] 梁涛.基于住宅过滤理论对广州城市廉租房建设模式的思考[J].城市观察,2010(3):114-122
- [12] 田鹏许.城市住宅长期均衡发展研究——基于我国人口老龄化趋势的视角[J].价格理论与实践,2008(11):78-80
- [13] 任娟.多指标面板数据聚类方法及其应用[J].统计与决策,2012(4):92-95
- [14] 李因果,何晓群.面板数据聚类方法及其应用[J].统计研究,2010(9):73-79
- [15] 胡雷芳.五种常用系统聚类分析方法及其比较[J].统计科学与实践,2007(4):11-13