

职住变迁与通勤自平衡

王 德¹, 申 卓²

(1. 同济大学 建筑与城市规划学院, 上海 200092; 2. 中国城市规划设计研究院上海分院, 上海 200092)

摘要: 采用 2011 年和 2014 年各两周的上海移动手机信令数据, 通过跟踪分析识别出居住地、就业地发生变迁的居民作为研究对象, 数据可视化、描述性统计、定量对比分析等方法对同一批变迁居民的通勤行为进行跟踪研究, 以此对其中存在的“自平衡”特征进行分析, 并进一步研究该变化特征与城市空间之间所存在的联系。研究表明: 总体层面, 从平均通勤距离变化以及过剩通勤率变化方面来看, 居民在进行居住地、就业地变迁时均存在通勤“自平衡”的特征与趋势; 个体层面, 原通勤距离越远, 通过居住地、就业地变迁以改善自身通勤关系追求通勤“自平衡”的效果越明显; 就业地变迁居民的通勤“自平衡”特征相较于居住地变迁来说更加显著; 空间集合层面, 职住关系较差的居住区、就业区, 存在总体的“自平衡”现象。

关键词: 居住地; 就业地; 变迁; 通勤自平衡; 跟踪分析

中图分类号: TU984. 113; TP391. 4

文献标志码: A

Change of Residence and Workplace and Commuting Self-balance

WANG De¹, SHEN Zhuo²

(1. College of Architecture and Urban Planning, Tongji University, Shanghai 200092, China; 2. China Academy of Urban Planning and Design, Shanghai Branch, Shanghai 200092, China)

Abstract: This paper identifies the residents who have changed their residence and workplace through tracking analysis by the signaling data of shanghai mobile phone in two weeks of 2011 and 2014 as the research object, and to track and study the commuting behavior of the same group of the residents who have changed their residence and workplace by means of data visualization, descriptive statistics and quantitative comparative analysis, so as to analyze the "self-balancing" characteristics existing in the process. And the relationship between the characteristics and urban space is further studied. The results show that: On the overall level, from the change of average

commuting distance and over-commuting rate, residents have the characteristics and trends of commuting "self-balance" when they change their residence and workplace; On the individual level, the farther the original commuting distance is, the better their commuting will be through the change of residence and workplace. The more obvious the effect of relationship pursuit of commuting "self-balance"; The commuting "self-balance" characteristics of residents in the change of workplace are more significant than those in the change of residence; At the level of spatial aggregation, there is a general "self-balance" phenomenon in the residential and employment areas with poor occupational-residential relationship.

Key words: residence; workplace; change; commuting self-balance; tracking analysis

城市规模的不断扩大带来日益严重的交通拥堵等问题, 对城市居民的交通出行产生了巨大的影响, 居民为追求生活的便利, 往往会自发寻求通勤关系的改善, 这样一个过程可视为居民通勤“自平衡”的表现。居民通勤“自平衡”的基本内涵是居民在主动或被动的变迁过程中主动寻求通勤时间、通勤距离等状态改善的行为。研究论证居民在变迁过程中存在职住“自平衡”特征对于了解规划布局之外职住平衡的形成机制有一定的研究意义, 而探究通勤“自平衡”行为与城市空间结构及居民变迁行为的关系则能够更好地了解城市居住就业空间自发形成变化的过程和特征。

在现有相关文献的总结梳理过程中, 可以发现国内与通勤行为相关研究起步较晚, 20 世纪 90 年代后与居住就业以及通勤行为相关的研究才开始增多^[1], 对于通勤的研究涉及与职住空间错位的关

收稿日期: 2021-12-13

基金项目: 国家自然科学基金(41971206)

第一作者: 王 德(1963—), 男, 教授、博士生导师, 工学博士, 主要研究方向为城市规划方法论、空间与行为、城市大数据、城市模型。E-mail: dewang@tongji.edu.cn



系^[2-3],与居住区区位的关系^[4-7],与城市空间结构的关系^[8-10]等多种角度。而对城市迁移人群的通勤行为研究中,单独研究就业地变迁的相关研究较少,目前国内外学者多为研究迁居人群的通勤行为特征,发现存在通勤距离、通勤方式、通勤费用等方面的差异^[11-15]。近年来大数据的兴起给很多学科的研究带来了新的角度与契机,利用手机信令数据等大数据对通勤行为进行研究以国内学者为主,主要涉及通勤圈的识别、典型就业地通勤特征、通勤与人口空间分布的联系等方面^[16-20]。

总体而言,城市居民的通勤行为变化特征研究对于更好地了解人的行为演变机制以及城市发展的内在动力机制有着重要的意义,“自平衡”特征的研究是一个不错的切入点,目前用手机信令数据研究通勤行为的文献中,缺少对通勤变化特征的总结,且所用的多是一年的手机信令数据,并没有两个不同年份的手机信令数据的对比研究,因此利用短时间跨度的手机信令数据对城市居民的通勤变化特征进行跟踪研究既是一种创新,也是对现有研究的必要补充。

1 研究目的、数据与方法

1.1 研究目的和意义

本文的研究目的为利用手机信令数据的跟踪分析,对居住地就业地发生变迁的居民通勤变化呈现出的“自平衡”现象进行探究与验证,从而更好地理解人的行为演变机制以及分析城市结构对其产生的影响。

本研究通过对同一运营商2011年和2014年手机用户的跟踪分析,研究了短时间跨度变迁居民的通勤行为变化,既识别了全市范围内就业地发生变迁的居民群体,又深入探究了变迁居民在经过短时间跨度后的通勤“自平衡”变化特征,是对现有手机信令数据的研究内容、研究视角尤其是研究方法的一种的创新和尝试。另外,对于了解规划布局之外职住平衡的形成机制以及城市就业与居住空间的自发形成机制也具有一定的研究意义

在应用方面,研究结果能够对城市人口变迁所产生的动态通勤量预测以及在城市规划中更加合理地调控城市居住就业空间等方面提供参考应用的价值。

1.2 研究对象和数据

本文所研究的对象为上海市域范围内通过手机信令数据追踪识别出的两年都有稳定居住地以及就业地且居住地、就业地发生变迁(即2011年至2014年就业地的地理位置改变)的居民人群,共识别出符

合条件的人群551 003人。

人群的识别及筛选都是基于2011年和2014年各两周14d的数据来进行的。经计算,2011年和2014年记录到的用户数约为2 400~2 500万人(六普上海常住人口2 301万人,上海2014年常住人口2 426万人),2011年以及2014年在14d中至少有7d有记录的用户数分别占总用户数的73%和68%,说明两年数据用户的跟踪情况都较为稳定,能够为后续的分析提供可靠的基础。本研究中使用基站的位置分布大致代表手机信令数据的位置分布。由于手机信令数据是基于SIM卡识别码进行识别,同一用户更换SIM会被识别为两个样本,因此识别到的两年都有数据的用户数量会明显小于任意一年识别出的用户数量以及实际用户数量。

1.3 分析框架构建

研究整体分析框架如图1所示,首先对所识别的变迁居民(包含居住地变迁与就业地变迁)的通勤特征进行分析,计算同一人群在不同年份的通勤指标,通过平均通勤与过剩通勤率两方面指标论证通勤“自平衡”现象的存在;其次分别从居住变迁居民以及就业变迁居民两类人群的视角来分析通勤“自平衡”特征与其原通勤距离的关系,从通勤距离变化和通勤距离缩短人数占比两方面具体论证原通勤关系越差,自平衡特征越明显;最后结合城市典型的居住区案例来对前面所得相关结论进行验证讨论。通过对总体特征以及分人群特征的分析论证,形成对于上海市居住地就业地发生变迁的居民通勤变化呈现出的“自平衡”现象的新认识,为研究全市居民的通勤特征以及优化城市的职住空间分布提供新的视角和参考。

1.4 数据预处理与研究方法

通过对居家时段凌晨0am~6am点内以及工作时段9am~5pm每隔0.5h的手机众数点进行识别,在连续10个工作日内,有识别结果的天数大于等于3d,且最终识别点出现的天数占有识别结果天数的比值超过60%或者最终识别点到其他天的识别点的平均距离小于500m,则认为该点为稳定的居住地和就业地,识别得到2011年有稳定居住地与稳定就业地的居民人数为628万人,2014年有稳定居住地与稳定就业地的居民人数为751万人。

1.5 数据可靠性检验

为证明识别数据的质量与可靠性,本文将手机信令数据的识别结果与上海交大调查的数据进行可靠性检验。根据2015年上海第5次综合交通调查报告,报全市居民的平均出行距离由2009年的

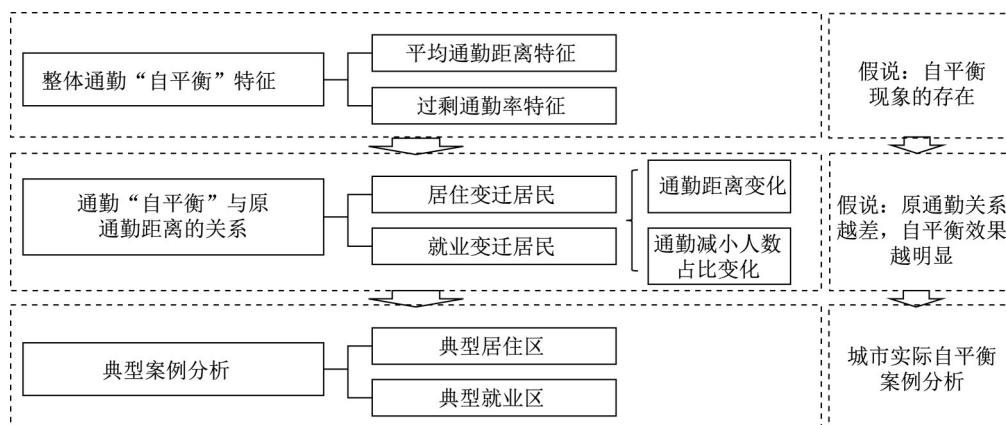


图1 分析框架

Fig.1 Analytical framework

6.5km/次增加至2014年的6.9km·次⁻¹。本次研究识别出两年都有稳定居住地与工作地且居住地与就业地不同地且距离大于500m的上海市通勤居民2011年的平均通勤距离为5479.99m,2014年的平均通勤距离为5528.08m,相当于第五次综合交通调查中2014年全市居民6.9km·次⁻¹的平均出行距离的80%,较为接近,在可接受的范围内,且2014年的平均通勤距离高于2011年的平均通勤距离也与综合交通调查中出行距离的变化趋势相符,考虑到手机数据的不可避免误差以及采用的是点到点的直线通勤距离要比实际通勤距离小,且综合交通调查数据中的出行距离不仅仅包括通勤出行,可以认为识别计算结果是比较可靠的,可以支撑后续的分析研究。

2 整体通勤“自平衡”特征

2.1 平均通勤距离特征

2.1.1 总体变化

分别计算居住地变迁居民以及就业地变迁居民2011年以及2014年的总体平均通勤距离,得出居住地变迁居民2011年的平均通勤距离为3228.40m,2014年的平均通勤距离为3255.58m,居住地变迁后平均通勤距离增加了27.18m,属于微量增加,另外计算可以得到居住地变迁后通勤距离减小的居民人数为140144人,占比40.7%,而居住地变迁后通勤距离增大的居民人数为127994人,占比37.2%,也就是说居住地变迁后通勤距离减小的人数要多于通勤距离增大的人数,说明更多的居民在居住地发生变迁后其通勤距离是减小的,但是由于居住地变迁其影响因素更复杂,在总体平均通勤距离的变化上“自平衡”特征表现得不是很明显。

就业地变迁居民2011年的平均通勤距离为3991.96m,2014年为3824.96m,就业地变迁后平均通勤距离减小了167m,平均通勤距离减小明显,另外计算可得就业地变迁居民变迁后通勤距离缩短人数为201181,占比43.3%,就业地变迁居民变迁后通勤增大人数为187217,占比40.3%,通勤距离减小人数要多于通勤距离增大的人数,说明从平均通勤距离增减这个角度来说,就业地变迁居民的整体通勤关系是呈现改善的趋势。

2.1.2 空间分布变化

分别将居住地变迁居民以及就业地变迁居民2011年以及2014年的通勤距离按照街道统计求平均值,得到居住地变迁居民以及就业地变迁居民各街道的平均通勤距离变化分布图(图2),从图中可以发现,居住变迁居民的通勤变化呈现两个主要特征:第一是远郊区街道的平均通勤距离明显降低,居民偏向找距离就业地点更近的居住点;第二是中心城外环线、近郊区街道的平均通勤距离明显增加,居民偏向找离就业地点更远的居住点,不过增加值不会超过2000m,形成类似环状圈层。结合前面所分析的平均通勤距离数值以及通勤距离缩短人数的占比,我们可以推测,居民进行居住地的迁移目的较为复杂,其中有较大一部分人是为了减小通勤距离、改善通勤关系而选择迁移居住地,而这部分人群可以理解表现为“自平衡”特征的人群。

而就业地变迁居民最主要的特征为2014年各街道的平均通勤距离相较于2011年来说有着一个整体减小的趋势,228个街道中近60%的街道平均通勤距离都呈现减小的特征。且中心城及近郊居民偏向找离家更近的就业地点,部分远郊居民选择就近就业,另一部分远郊居民可以接受找离居住点更

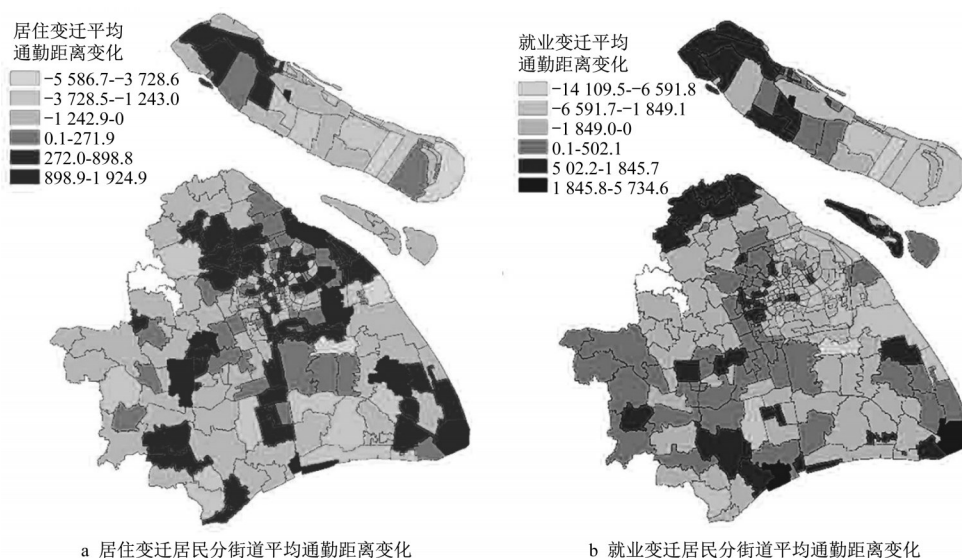


图2 变迁居民分街道平均通勤距离变化

Fig.2 Change of average commuting distance in sub-streets of residents with residential change or employment change

远的就业地点,不过增加值不会超过5 800m。说明就业地变迁居民在变迁后整体的通勤关系有整体改善的特征,可以认为居民在就业地变迁的过程中自我改善通勤的现象显著,即存在着“自平衡”的特征。

居住地及就业地变迁人群的所表现出的“自平衡”特征也在一定程度上反映出上海中心城区及近郊职住大体平衡,远郊区偏向于多中心就近集聚平衡的现状职住关系特征,符合上海一核带多点的多中心空间结构特点。

2.2 过剩通勤率

除去直接的平均通勤距离数值变化,职住关系的变化也是反映居民在变迁前后通勤行为变化的一个重要表征,为了更好地衡量居民进行就业地变迁后的职住关系变化,过剩通勤率是基于目前数据特点较好的选择,用以衡量就业地变迁对于居民职住关系改善作用的效用。过剩通勤的概念最早来源于汉密尔顿(Hamilton)所提出的“浪费通勤”,是将城市实际平均通勤距离与理论最小平均通勤距离进行比较,它们的差值即为过剩通勤,通常用百分比表示。理论最小平均通勤距离是基于不考虑居住地与就业地的差异性,居民能够自由改变居住地以及就业地,维持原有城市空间结构下的最优通勤状况。其计算可以通过通勤距离的二元线性矩阵的求得最小值计算得出居住地变迁以及就业地变迁居民2011年以及2014年的过剩通勤率,结果如表1、表2所示。

居住地变迁居民2011年的理论最小平均通勤距离为1 080m,过剩通勤率为66.5%,2014年的理

论最小平均通勤距离为1 134m,过剩通勤率为65.2%,居住地变迁所带来的过剩通勤率变化值为-1.3%。从数值的变化可以认为居住地变迁对于居民的职住关系改善具有正效用,同时也可以认为居住地变迁中通勤成本的重要度有了一定的提升,存在通勤“自平衡”的特征。

2011年就业地变迁居民的理论最小通勤距离为1 180m,实际通勤距离为3 992m,过剩通勤率为70.4%,而2014年就业地变迁的理论最小通勤距离为1 345m,实际通勤距离为3 825m,过剩通勤率为64.8%,2014年相较于2011年过剩通勤率减小了5.6%,反映出就业地变迁对于居民的职住关系改善具有正效用,或者说通勤成本在居民的就业地变迁选择中占据更加重要的位置,另一方面也说明了居民在就业地变迁的过程中自我寻求改善通勤职住关系的趋势特征明显,可能是因为就业与职住通勤的关系更加紧密,并且就业地的变迁相较于居住地来说更加容易,使得人们更加愿意主动去为了减小通勤、改善职住关系而进行就业地的变迁。

同时可以发现,无论是居住地变迁还是就业地变迁居民,在发生变迁后,2014年计算得出的理论最小平均通勤距离都较2011年大,其原因在于理论最小平均通勤距离是基于当前的居住小区与就业小区不变的情况下做得出最优解,如果居住地与就业地分布越散,则理论上最小距离就越大。从前面分析中也可以看出,无论是就业变迁还是居住地变迁,居民在变迁后虽然自身实现了“自平衡”过程,但整体

分布更散,符合且印证了前文提到的上海呈现一核多点的多中心空间结构特点。

表 1 居住地变迁居民 2011 年和 2014 年过剩通勤率

Tab.1 The residents 'over-commuting rate of residential change in 2011 and 2014

年份	理论最小平均通勤距离/m	实际平均通勤距离/m	过剩通勤率/%
2011	1 080	3 228	66.5
2014	1 134	3 255	65.2

表 2 就业地变迁居民 2011 年和 2014 年的过剩通勤率

Tab.2 The residents 'over-commuting rate of employment change in 2011 and 2014

年份	理论最小通勤距离/m	实际通勤距离/m	过剩通勤率/%
2011	1 180	3 992	70.4
2014	1 345	3 825	64.8

3 通勤“自平衡”与原通勤距离的关系

居民原来通勤行为的状态是否会影响变迁居民的居住地与就业地选择,进而影响居民变迁后的通勤行为变化,需要进一步论证居民的通勤“自平衡”与原通勤状态的关系,在这里笔者用居民 2011 年的通勤距离作为其原通勤状态的衡量指标。

3.1 居住变迁居民

根据经验以及居住地变迁居民人数的原通勤距离分布将其按照 2011 年通勤距离小于 1 000m、1 000~2 000m、2 000~5 000m、5 000~10 000m、10 000~20 000m 以及大于 20 000m 分成 6 类。

2011 年不同通勤距离的居民在居住地发生变迁后的通勤变化特征可以从平均通勤距离变化、通勤距离缩短人数占比等指标来进行分析。

3.1.1 平均通勤距离变化

分别计算各分类居民居住地变迁前后的平均通勤距离以及平均通勤距离的变化值,结果如图 3 所示,图中数据反映出居住地变迁后居民平均通勤距离的变化值随着 11 年通勤距离的增大而不断减小。原来近距离通勤居民在居住地变迁后通勤距离有所增加,但增加值不超过 2 500m,反映近距离通勤居民依旧偏向于在就业地一定距离范围内居住。而原来中远距离通勤居民在居住地变迁后的平均通勤距离减小幅度的随着原通勤距离的增大而不断变大,表明单从平均通勤距离角度来说,原通勤距离越长的居民居住地变迁后通勤行为改善的程度越好,换句话说就是原来通勤距离越长的居民进行居住地变迁后通勤“自平衡”的特征更加明显。

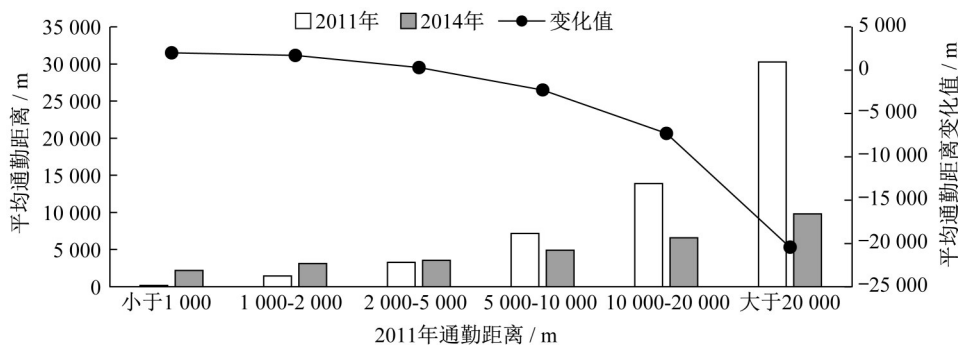


图 3 2011 年不同通勤距离迁居居民的平均通勤距离变化图

Fig.3 The change of average commuting distance of residents who residential change with different commuting distances in 2011

3.1.2 通勤距离缩短人数占比

居住地变迁后通勤距离减小的居民人数占比能够反映出该类居民对于改善自身通勤关系的意愿强弱,分别计算 11 年各通勤距离区段居民迁居后通勤距离减小人数占各分类人数的比重,结果显示(图 4)原通勤距离越大,平均通勤距离减小的人数占比越高,11 年近距离通勤居民的通勤减小比例明显较低,原因在于其原有通勤距离已经达到一个低值,减小通勤可能不是其中多数居民进行居住地变迁的首要

目的。而 11 年通勤距离越长的居民群体,他们进行居住地变迁以改善通勤状况、减小通勤距离的意愿越强烈,可以认为这是通勤状况不理想的居民自我寻求改善通勤关系的趋势。

结合以上几个通勤变化指标的分析,可以发现,原通勤距离的长短与居民居住地变迁后的通勤变化特征有较强的联系性,单从所分析的几个指标来看,原通勤距离越长的居民其在进行居住地变迁时,改善通勤、缩短通勤距离在众多的迁居因素中影响程

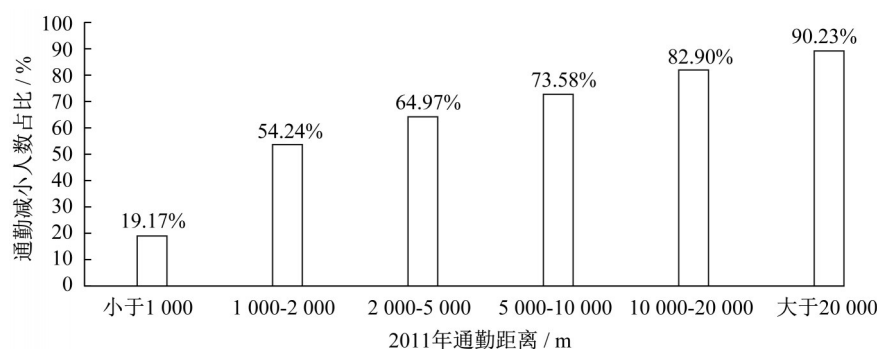


图4 居住变迁中居民原通勤距离与通勤距离缩短人数占比关系图

Fig.4 Diagram of the relationship between the original commuting distance of residents and the proportion of commuting reduction in residential change

度越高,自我寻求通勤改善的趋势,即通勤“自平衡”的特征也越明显。

3.2 就业变迁居民

参照居住变迁居民的分类分析方法,结果如下。

3.2.1 平均通勤距离变化

计算 2011 年不同通勤距离分类的就业地变迁居民的 2011 年以及 2014 年的平均通勤距离,并得出变迁前后的平均通勤距离变化值,结果如图 5 所示。可以发现以下几个特征:首先,就业变迁居民 2014 年的平均通勤距离基本随着 2011 年的通勤距离的增大而增大,但是各分类之间的 2014 年平均通勤距

离的差值明显比 2011 年各分类之间的平均通勤距离的差值小,或者说 2014 年各分类人群的平均通勤距离差异性更小。其次,从平均通勤距离的变化值来看,原通勤距离较劲的两类人群依旧偏向于在居住地一定范围内就业,通勤距离增加值通常不超过 3 000m,特征与短距离通勤的居住变迁居民类似。其他几类就业地变迁人群的平均通勤距离变化值随着原通勤距离的增大的减小,原通勤距离越大的就业变迁居民群体其变迁后平均通勤距离减小的幅度越大,通勤行为改善的特征更加明显。

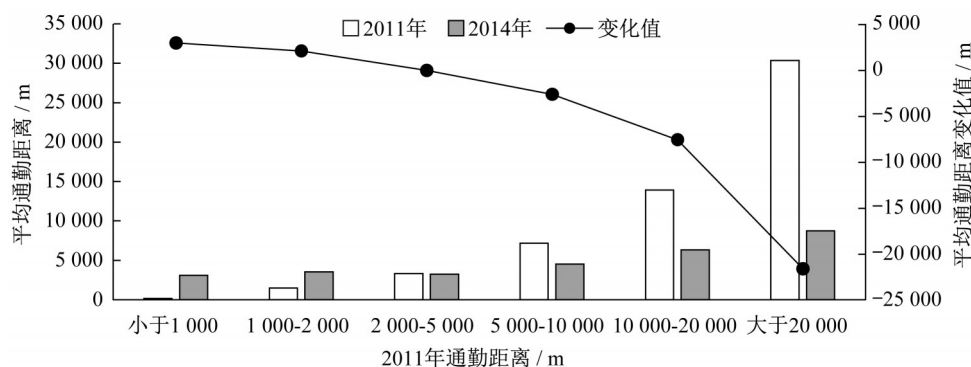


图5 2011年不同通勤距离就业地变迁居民的平均通勤距离变化图

Fig.5 The change of average commuting distance of residents who employment change with different commuting distances in 2011

3.2.2 通勤距离缩短人数占比

另一个反映居民就业地变迁后通勤行为变化特征的指标就是变迁后通勤距离缩短人数占变迁居民人数的比重。计算原通勤距离各分类居民群体在就业地变迁后通勤距离减小的人数占比,结果如图 6 所示,从图中可以直观的看到,居民在就业地发生变迁后通勤距离减小的人数占比随着原通勤距离的增大而增大,说明原通勤状况越差的居民群体在就业地变迁后有更高

比例的居民人数通勤状况得到改善,可以认为居民原来的通勤状况越不理想,其追求改善通勤的意愿越强烈。也进一步说明了在变迁的过程中,居民存在着自我寻求改善通勤的趋势特征。

总体来说,就业地变迁居民的通勤变化特征与原通勤距离的联系较为密切,从平均通勤距离变化以及通勤距离缩短人数占比的数值变化来看,原来通勤状况越不好的居民,在进行就业地变迁时,改善

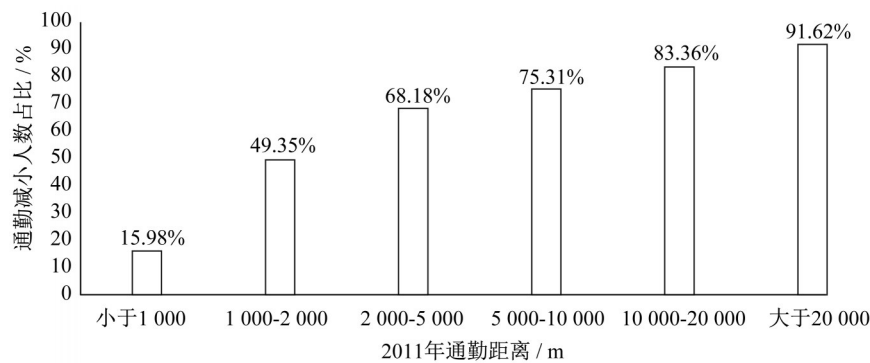


图6 就业变迁中居民原通勤距离与通勤距离缩短人数占比关系图

Fig.6 Diagram of the relationship between the original commuting distance of residents and the proportion of commuting reduction in employment change

通勤关系是占据主导的一个影响因素,就业地变迁居民的通勤“自平衡”特征存在且明显。且与居住地变迁居民的同等指标比较可以看出,就业地变迁居民的通勤“自平衡”特征表现得更加显著,可以推测居民在寻求通勤“自平衡”的过程中,选择就业地变迁的可能性要比选择居住地变迁的可能性大,或者从另一个角度来说,相较于居住地变迁的多样因素,居民在进行就业地变迁时,追求通勤的“自平衡”是其最为主要的原因。

4 典型案例分析

周浦镇位于上海市浦东新区的几何中心,有着大量的居住人口,是上海近郊较为典型的居住区域。

选取2011年居住在周浦镇且居住地发生变迁的居民作为分析对象,观察其通勤行为的变化,共识别出样本920人。

将识别好的居民样本分别根据其2011年的居住地与就业地以及2014年的居住地与就业地画出

每个居民2011年的通勤线和2014年的通勤线。如图7所示,2011年存在较多单一方向的集中远距离通勤线,就业地分布中心城区以及郊区的松江工业园、漕河泾开发区等大型就业区,2014年集中的长距离通勤线大量减少,形成分布在郊区的大量短距离通勤线,其中松江工业园和漕河泾两处可以看到明显的大量短距通勤线的集合,说明相当一部分周浦镇的迁居居民的居住地在朝着就业地迁移,可认为这是一种多数居民追求通勤关系改善与职住“自平衡”的过程。

从变迁居民两年居住地、就业地分布图的对比(图8)中可以发现2011年周浦居住变迁居民的居住地分布与就业地分布相差较大,就业地分布更加扩散,而2014年周浦居住变迁居民的居住地分布与就业地分布显然契合很多,居住地与就业地分布基本吻合。通过对比可以明显发现2014年的职住关系更加平衡,居民居住地向松江新城、漕河泾、张江等就业地变迁靠近。

空间上解读了周浦居住变迁居民的通勤变化特

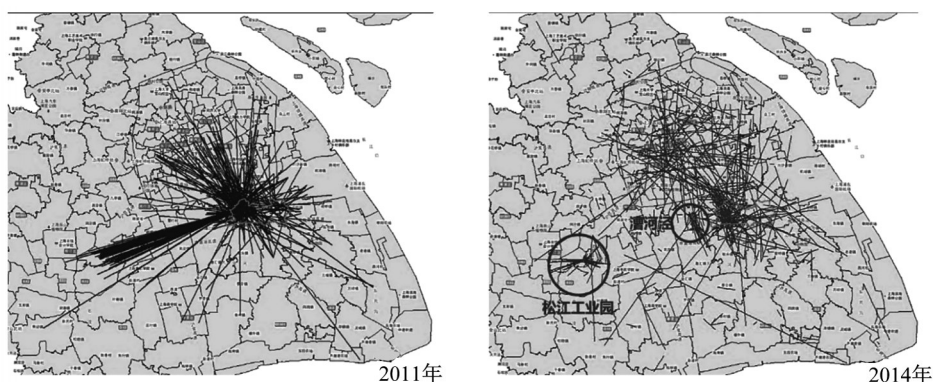


图7 周浦镇居住变迁居民2011年和2014年通勤线(注:连线表示通勤关系)

Fig.7 The commuter lines of residents who employment change in Zhoupu town in 2011 and 2014 (Note: The commuter lines means commuting relationship)

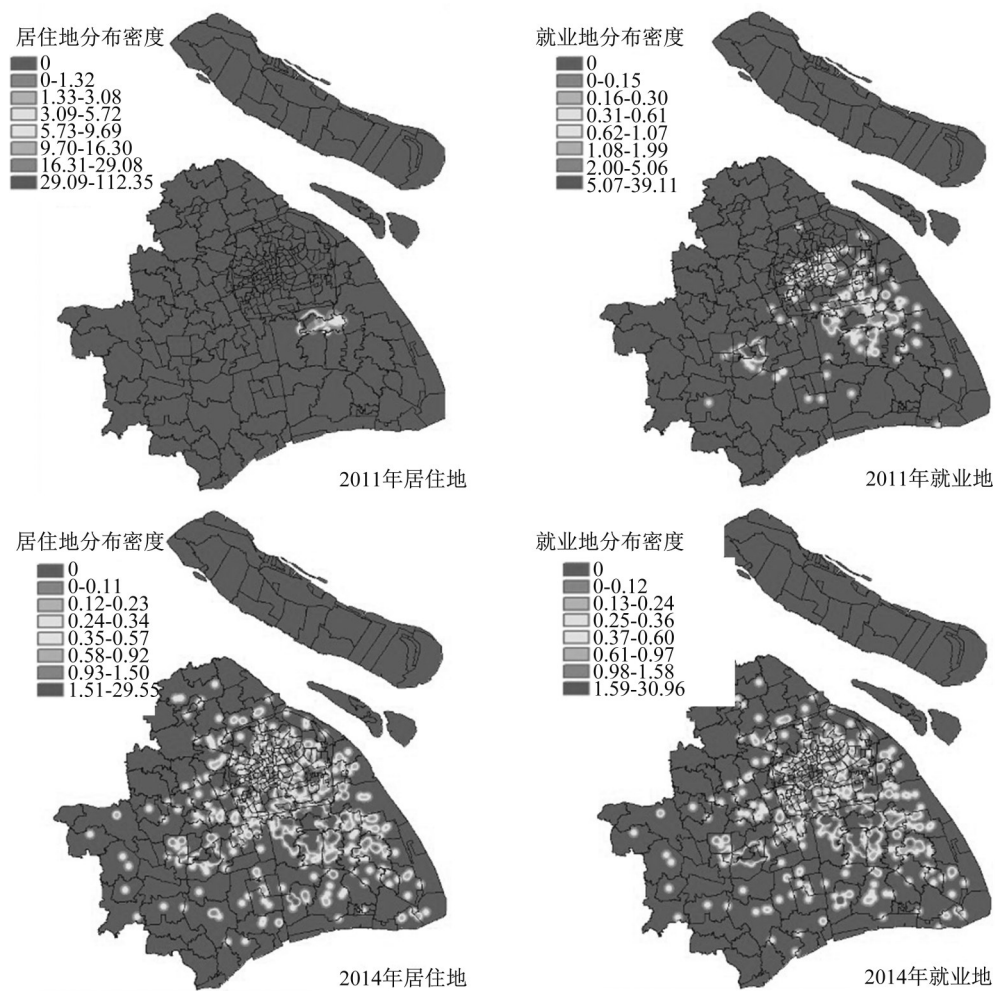


图8 周浦镇居住变迁居民2011、2014居住地与就业地分布

Fig.8 The distribution map of residence and employment of residents who employment change in Zhoupu town in 2011 and 2014

表3 周浦居住变迁居民各项通勤数据变化

Tab.3 The change of commuting data of residents who employment change in Zhoupu Town

平均通勤距离/ m			近距通勤占比/ %			通勤距离缩短 人数占比/ %	工作地变 化占 比/ %
2011	2014	变化	2011	2014	变化		
8 450	3 027	-5 423	57. 61	81. 96	24. 35	73. 83	70. 33

征,从通勤数据变化来看(表3),周浦居住变迁居民在居住地发生变化后平均通勤距离大幅度减小,近距离通勤占比大幅度提高,通勤距离缩短人数占比也较高,说明大部分居民在迁居后通勤空间大幅缩小,而工作地变化占比相较于平均水平来说偏低,说明其中有相当一部分居民是居住地向就业地迁移。通勤数据所反映的变化基本与前面通勤线变化以及居住地就业地分布变化的结论相匹配。

因此对于周浦镇这个案例来说,由于周浦镇自

身的区位以及租金、交通、居住容量等因素的影响,有较多的居住通勤人群,同时因为受到中心城、郊区大型就业中心(松江工业园、漕河泾开发区等)等具备较强吸引力的就业区的影响,存在大量集中的远距通勤人群,造成通勤成本的增加以及职住关系的恶化,而随着郊区用地混合度的提升以及大型就业中心周边配套设施的建设,诸多远距离通勤居民选择将居住地向就业地所在位置变迁,这就是典型的居住变迁居民通勤“自平衡”特征的表现,同时居民在居住地变迁过程中想多个就业中心集聚也在一定程度上体现出上海的多中心空间结构特征。

5 研究结论与展望

5.1 研究结论

本文主要分析讨论了变迁居民的通勤“自平衡”特征,首先从整体上论证了居民在居住地、就业地发

生变迁后其通勤关系存在着以通勤距离缩短为主要表现的自我改善特征,然后基于多个角度对就业地变迁居民的通勤“自平衡”特征与原通勤距离的关系做出进一步解读,很好地总结了居住地、就业地变迁与居民通勤行为变化之间的联系和规律。

通过对居住地以及就业地变迁居民的整体通勤特征变化以及职住关系的改变分析发现,居民在居住地变迁后整体平均通勤距离微增,过剩通勤率减小,可以认为居住地变迁后有相当一部分居民的通勤行为得到了改善。而居民在就业地变迁后平均通勤距离整体性减小,过剩通勤率明显减小,可以认为就业地变迁对于居民的通勤行为以及职住关系有着较为良好的改善作用。因此可以说明居民在进行居住地以及就业地变迁的过程中都存在着较为明显的自我改善通勤关系和实现职住平衡的趋势,即变迁居民的通勤“自平衡”特征是存在的。

而进一步分析原通勤距离与通勤变化的关系发现,居住地变迁居民与就业地变迁居民表现出相似的特征,原通勤距离越长的居民,在变迁后平均通勤距离减小幅度随着原通勤距离的增加而不断增大,同时通勤距离减小人数占比也随之不断增加。可以认为原来通勤状况越不好的居民其通过居住地、就业地变迁以改善自身通勤关系的现象越明显。

通过对比居住地变迁居民以及就业地变迁居民两类人群的相关指标可以发现,居民在进行就业地变迁时其通勤“自平衡”特征要比居住地变迁时更加显著。

最后通过对上海一个典型区域的案例分析,可以更加直观地反映职住关系越不平衡、居住或者就业属性越显著的地域,其中居住地或就业地发生变迁的居民所表现出来的通勤“自平衡”特征越显著,也从另一方面给予城市规划以启发,对于城市的典型居住地以及就业地,通过分析居民变迁的“自平衡”现象,能够对调整职住空间布局以促进局部职住关系的平衡提供重要的参考和依据。

5.2 反思与展望

本文利用手机信令数据通过跟踪分析居住地、就业地变迁居民的通勤“自平衡”特征,虽然在数据的运用以及分析方法上有不错的创新。但在研究的过程中依旧存在着很多的不足,主要有以下几点:(1)数据自身的局限性与缺陷。手机信令数据并非是一种全样本全属性的数据,只能认为是一种更大比例的抽样,而这种抽样会对后续的分析结果产生一定影响;(2)数据的时空精度有限。手机信令数据的空间地理位置其实是基站的位置,不可避免的会

有空间偏差,且由于数据产生的随机性,对用户活动行为时间的计算研究也可能会与实际有较大的偏差。(3)研究方法的不足。首先,两个年份手机信令数据的追踪会有一定程度用户的损失;其次由于数据的时间属性在计算通勤时间方面产生误差的可能性较大,所以分析指标的选取有局限性;最后,研究结果的解读以及一些识别分类方法具有较强的主观性与经验主义。

众多数据源的开发探索使得研究未来可以在诸多方面得到优化。例如5G技术带来的数据源的不断优化以及多元数据的不断融合,会使得研究的基础更为扎实可靠;而随着数据分析技术的不断开发与完善,多指标混合计算、机器学习等研究方法的应用会使得研究结果更加生动准确。在城市规划应用方面,有更加准确的规划分析结果后,充分了解变迁居民的通勤“自平衡”行为特征能够对实施城市规划现状居住与就业用地的评估提供一个新的行为学角度,同时为未来国土空间规划中就业与居住空间的布局优化提供新的佐证与依据,改变目前就空间论空间的困局,更加合理地制定城市职住平衡的政策与措施,实现以人为本的规划。在研究拓展方面,对于上海这种经济人口高度集聚发展的城市空间来说,在特定阶段有可能居民的“自平衡”不足以抵消“新的不平衡”的产生,进一步去探究人群通勤行为与城市空间布局的关系是可以持续深化研究的方向。

作者贡献声明:

王德:提出选题,设计论文框架,参与论文研究工作;

申卓:完成论文主要研究和分析工作,撰写论文。

参考文献:

- [1] 柴彦威,塔娜.中国时空行为研究进展[J].地理科学进展,2013,32(9):1362.
CHAI Yanwei, TA Na. Progress in space-time behavior research in China[J]. Progress in Geography, 2013, 32(9): 1362.
- [2] 刘志林,王茂军.北京市职住空间错位对居民通勤行为的影响分析——基于就业可达性与通勤时间的讨论[J].地理学报,2011,66(4):457.
LIU Zhilin, WANG Maojun. Job accessibility and its impacts on commuting time of urban residents in Beijing: from a spatial mismatch perspective[J]. Acta Geographica Sinica, 2011, 66(4):457.
- [3] 朱秋宇,塔娜.职住建成环境对郊区居民通勤方式的影响——以上海市为例[J].世界地理研究,2021,30(2):433.

- ZHU Qiuyu, TA Na . The impact of built environment in neighborhood and workplace on suburban residents' commuting mode: A case study in Shanghai[J]. *World Regional Studies*, 2021,30(2):433.
- [4] 张艳,柴彦威.基于居住区比较的北京城市通勤研究[J]. *地理研究*, 2009, 28(5):1327
- ZHANG Yan, CHAI Yanwei. Characteristics of commuting pattern in Beijing: Based on the comparison of different urban residential areas [J]. *Geographical Research*, 2009, 28 (5) : 1327.
- [5] 李强,李晓林.北京市近郊大型居住区居民上班出行特征分析[J]. *城市问题*, 2007(7):55.
- LI Qiang, LI Xiaolin. Analysis on travel characteristics of residents in large residential areas in Beijing suburbs [J]. *Urban Problems*, 2007(7):55.
- [6] 孙斌栋,潘鑫,宁越敏.上海市就业与居住空间均衡对交通出行的影响分析[J]. *城市规划学刊*, 2008(1):77.
- SUN Bindong, PAN Xin, NING Yuemin. Analysis on influence of job-housing balance on commute travel in Shanghai [J]. *Urban Planning Forum*, 2008(1):77.
- [7] 干迪,王德,朱玮.上海市近郊大型社区居民的通勤特征——以宝山区顾村为例[J]. *地理研究*, 2015,34(8):1481.
- GAN Di, WANG De, ZHU Wei. Research on the residents' commuting feature of large-scale residential district in suburban Shanghai: A case study of Gucun, Baoshan District [J]. *Geographical Research*, 2015,34(8):1481.
- [8] 郑思齐,曹洋.居住与就业空间关系的决定机理和影响因素——对北京市通勤时间和通勤流量的实证研究[J]. *城市发展研究*, 2009, 16(6):29.
- ZHENG Siqu, CAO yang. The determinants of jobs-housing spatial relationship in beijing [J]. *Urban Studies*, 2009, 16(6):29.
- [9] 刘望保,闫小培,谢丽娟.转型时期广州居民职住流动及其空间结构变化——基于3个年份的调查分析[J]. *地理研究*, 2012, 31(9):1685.
- LIU Wangbao, YAN Xiaopei, XIE Lijuan. Employment and residential mobility and its spatial structure change based on the 3 years' survey analysis [J]. *Geographical Research*, 2012, 31 (9):1685.
- [10] 孙斌栋,李南菲,宋杰洁,等.职住平衡对通勤交通的影响分析——对一个传统城市规划理念的实证检验[J]. *城市规划学刊*, 2010(6):55.
- SUN Bindong, LI Nanfei SONG Jiejie, et al, A Study on the impact of job-housing balance on commuting travels: An empirical test of a traditional idea in the field of urban planning [J]. *Urban Planning Forum*, 2010(6):55.
- [11] SCHEINER J. Housing mobility and travel behaviour: A process-oriented approach to spatial mobility: Evidence from a new research field in Germany [J]. *Journal of Transport Geography*, 2006, 14(4):287.
- [12] 潘海啸,王晓博.动迁居民的出行特征及其对社会分异和宜居水平的影响[J]. *城市规划学刊*, 2010(6):61.
- PAN Haixiao, WANG Xiaobo. Travel characteristics and its impact on social segregation and urban livability [J]. *Urban Planning Forum*, 2010(6):61.
- [13] 袁君,林航飞.动迁居民通勤出行特征研究——以上海市大型居住社区江桥基地为例[J]. *城市交通*, 2013(4):58.
- YUAN Jun, LIN Hangfei. A study on characteristics of commuting trips of relocated residents: taking jiangqiao large residential community in shanghai as an example [J]. *Urban Transport of China*, 2013(4):58.
- [14] 冯健,周一星.郊区化进程中北京城市内部迁居及相关空间行为——基于千份问卷调查的分析[J]. *地理研究*, 2004, 23 (2):227.
- FENG Jian, ZHOU Yixing. Intra-urban migration and correlative spatial behavior in Beijing in the process of suburbanization: based on 1000 questionnaires [J]. *Geographical Research*, 2004, 23(2):227.
- [15] 孟斌,湛东升,郝丽荣.基于社会属性的北京市居民通勤满意度空间差异分析[J]. *地理科学*, 2013,33(4):410.
- MENG Bin, ZHAN Dongsheng, HAO Lirong. The Spatial Difference of Residents'Commuting Satisfaction in Beijing Based on Their Social Characteristics[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2013,33(4):410.
- [16] 丁亮,钮心毅,宋小冬.利用手机数据识别上海中心城的通勤区[J]. *城市规划*, 2015, 39(9):100.
- DING Liang, NIU Xinyi, SONG Xiaodong. Identifying the commuting area of Shanghai Central City using mobile phone data[J]. *City Planning Review*, 2015, 39(9):100.
- [17] 钮心毅,丁亮,宋小冬.基于职住空间关系分析上海郊区新城发展状况[J]. *城市规划*, 2017, 41(8):47.
- NIU Xinyi, DING Liang, SONG Xiaodong. Analyzing suburban new town development in Shanghai from the perspective of jobs-housing spatial relationship [J]. *City Planning Review*, 2017, 41(8):47.
- [18] 田金玲,王德,谢栋灿,等.上海市典型就业区的通勤特征分析与模式总结——张江、金桥和陆家嘴的案例比较[J]. *地理研究*, 2017, 36(1):134
- TIAN Jinling, WANG De, XIE Dongcan, *et al*. Identifying the commuting features and patterns of typical employment areas in Shanghai using cellphone signaling data: A case study in Zhangjiang, Jinqiao and Lujiazui [J]. *Geographical Research*, 2017, 36(1):134.
- [19] 钟炜菁,王德,谢栋灿,等.上海市人口分布与空间活动的动态特征研究——基于手机信令数据的探索[J]. *地理研究*, 2017, 36(5):972.
- ZHONG Weijing, WANG De, XIE Dongcan, *et al*. Dynamic characteristics of Shanghai's population distribution using cell phone signaling data [J]. *Geographical Research*, 2017, 36 (5):972.
- [20] JIE Huang , DAVID Levinson, JIAOE Wang, *et al*. Tracking job and housing dynamics with smartcard data [J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2018, 115 (50):12710.