

基于手机信令数据的深圳市二元居住空间 迁居模式研究

易行, 仝德, 吴雅莹, 沈月, 储君, 吕婷苗

(北京大学深圳研究生院城市规划与设计学院/北京大学未来城市实验室(深圳), 深圳 518055)

摘要: 迁居是城市空间重构的基础动力, 了解其行为机制对改善住房结构、优化空间组织具有重要意义, 然而目前针对大城市内部、正规与非正规二元居住空间并存的迁居研究仍较薄弱。本文基于生命历程理论与家庭迁居理论, 利用2018年12月至2019年12月的手机信令等多源数据, 识别深圳市二元居住空间分布和迁居流样本, 从迁居流特征、邻里属性和二元空间类型三方面选取指标开展基于主成分分析的K-means聚类, 探究迁居模式、结构特性与形成原因。结果表明: ①非正规内部、正规与非正规交互、正规内部多层次迁居类型间存在年龄和居住质量递增的趋势, 但均呈现通勤导向; ②二元迁居的主体是短距离迁移, 形成了4个大规模迁居网络集群, 总体方向表现出郊区化趋势; ③迁居模式可聚类为社区型、改善型、家庭型、事业型4类, 结合二元空间分异影响呈现出8亚类, 不同类型迁居群体属性和动因存在显著差别, 总体反映出人们在不同生命历程下的迁居过程。最后, 文章针对不同迁居模式提出差异化空间治理政策建议。

关键词: 迁居; 二元居住空间; 手机信令; K-means聚类; 深圳

DOI: 10.11821/dlyj020220354

1 引言

居住迁移是居民因实际住房情况与住房需求存在差异而进行的住房调整过程^[1], 其动机和空间效应一直备受城市社会地理学研究关注。改革开放以来, 中国城市迁居率持续走高, 人们对住房类型及空间位置的选择越来越取决于个性化偏好, 并且受个人生命周期、社会阶层跃迁等影响发生变化^[2]。

现有迁居研究主要聚焦于宏观层面, 如探讨城乡或城市间迁居的区位选择和影响因素^[3-8], 面向城市内部迁居的相关研究还很薄弱。与跨大区域的迁移不同, 城市内部迁居更多地由相对生活质量和成本驱动, 受到个人情况、社会网络、外部设施、就业与住房市场等复杂因素影响^[9], 居民通过调整居住地点来优化特定城市环境中的生活标准、经济机会和社会需求^[10], 以此达到城市结构与居住模式之间的平衡, 更能反映城市总体的宜居水平、居民的安居情况、城市职住结构的稳定性、以及城市发展的可持续性。

在多数发展中国家的大城市中, 城市内部迁居除了讨论住房条件、邻里环境、可达性等建成环境变化, 还不能忽略产权安全性的差异^[11], 即产权清晰的正规住房与产权模

收稿日期: 2022-04-11; 录用日期: 2022-08-22

基金项目: 深圳市哲学社会科学规划重点项目 (SZ2022A008); 国家自然科学基金面上项目 (41971205)

作者简介: 易行 (1998-), 男, 湖南岳阳人, 硕士研究生, 主要研究方向为非正规空间与城镇化发展。

E-mail: yx2020@stu.pku.edu.cn

通讯作者: 仝德 (1980-), 女, 陕西西安人, 博士, 副教授, 博士生导师, 研究方向为城市化与土地经济。

E-mail: tongde@pkusz.edu.cn

糊的非正规住房共同构成的二元居住空间分异。世界范围内,非正规住房占全球住房总量的比例已达10%以上^[12]。在中国,虽然商品房和保障房等正规居住空间构成了城市住房市场的主体,但以城中村为代表的非正规居住空间也已经成为城市住房市场的重要组成部分,它产生于中国城乡二元土地制度以及村集体和村民对经济利益的追求,固化于流动人口对非正规住房持续增长的市场需求^[13]。与正规居住空间相比,非正规居住空间的居民更为年轻,教育水平和经济实力都相对更低,前者的迁居多由内部压力(个人偏好、需求等)驱动,而后者迁居则更受外部压力(住房、环境等物质空间)的影响^[14]。二元居住空间分异对人们的迁居选择造成了不同影响,是城市内部迁居研究不可忽视的现实情况。

然而,目前关于非正规居住空间的迁居研究较少,已有研究主要关注城中村居民居住满意度与其迁居意愿之间的关系^[15]、迁居的影响因素^[16]等,缺乏对快速城镇化过程中正规与非正规居住空间二元混杂状态下迁居模式的深入研究。同时,相关研究多采用问卷调查和实地访谈等传统手段展开^[17],易受调查主观性影响,可能存在样本片面等局限性。

本文基于家庭迁居理论,以深圳市为研究区,利用2018年12月和2019年12月中国移动手机信令等多源数据,识别深圳市二元居住空间分布和迁居流样本,并基于流量映射、聚类分析等方法揭示居民迁居特征和模式、解析结构性动因和规律,以期为大都市区的住房市场与空间治理提供决策支持。

2 研究数据与技术路线

2.1 研究区概况

深圳市位于广东省,毗邻香港,下辖9个行政区和1个新区。深圳经济特区建立之初曾设二线关,分割关内外。关内指盐田、罗湖、福田和南山区,即原特区范围,其他区县属于关外。2010年二线关取消,特区范围扩展至全深圳。即便如此,原关内外发展的差距仍较显著,劳动密集型企业多在关外,而关内集中发展高科技产业和商业贸易;关内的市政管理、城市面貌、收入水平、住房价格等方面都要明显优于关外。

深圳市是中国外来人口占比最大的城市,根据第七次全国人口普查结果,2020年深圳市常住人口1756万,其中非户籍人口1244万,占比70.8%。迅速增长的人口数、尤其是教育水平和收入相对较低的非户籍人口大量涌入,刺激了非正规住房市场与正规住房市场的同步迅速发展。2018年深圳市建筑普查数据显示,城中村私宅的建筑面积虽只占全市住房面积的34%,但提供的住房套数达到了47%,占地面积更是达全市的一半(见表1),以城中村为代表的非正规市场成为深圳城市住房市场的重要部分^[18,19],并且随着城中村包容性更新整治不断推进,非正规居住空间的品质也在不断改善提升,越来越多的年轻人选择城中村作为踏入深圳的第一站。深圳市典型的正规与非正规并存的二元居住空间为人们带来了多元的居住选择,也深刻地影响着城市内部迁居规律,对其研究十分必要。

2.2 数据来源

研究使用的多源数据包括:手机信令数据、建筑普查数据及其他网络数据(见表2)。手机信令数据是指手机用户与发射基站之间的通信数据,由广东移动珠海大数据创新中心提供。数据包括匿名化处理的基站小区数据、月度人口工作居住统计数据 and 用户属性数据。研究使用2018年的深圳市建筑普查数据识别城市二元居住空间,反映了深圳市

表1 深圳市各类住房规模统计

Tab. 1 Categories and sub-scales of housing in Shenzhen

类型	2018年深圳住房结构数据		2018年深圳市建筑普查数据				
	住房套数 (万)	占比 (%)	占地面积 (km ²)	占比 (%)	建筑面积 (km ²)	占比 (%)	
非正规居住空间	城中村	510	48	43.2	50	212.3	34
正规居住空间	商品房	181	17	43.4	50	419.3	66
	保障房	43	4				
	单位自建房	55	5				
	宿舍	183	17				
	其他类型住房(公寓等)	93	9				
总体居住空间	1065	100	86.6	100	631.6	100	

注：1.数据来源于2018年房博会官方公布深圳住房结构数据 (<https://mp.weixin.qq.com/s/7gvM-5v14wjH6-Kt-wMK9RQ>)，2018年深圳市建筑普查数据(深圳市规划和国土资源委员会提供)；2.占地面积是通过建筑普查数据计算的建筑物基底面积，建筑面积是建筑物各层水平面积的总和。

表2 数据源概况

Tab. 2 Overview of data sources

数据类别	数据名称	数据内容	数据来源
建筑数据	2018年深圳市建筑普查数据	建筑物类型、建筑面积和基底面积的矢量数据	深圳市规划和国土资源委员会提供(原数据为保密数据,使用中作了脱敏处理)
手机信令数据	基站小区资源数据	每个基站经纬度、CGI小区编码、基站所在地块编码	广东移动珠海大数据创新中心提供(原数据为保密数据,使用中作了脱敏处理)
	月度人口工作居住统计数据(2018年12月和2019年12月)	每月每个手机用户的居住地、工作地	
	月度手机用户属性数据(2019年12月)	每个手机用户年龄、性别(部分用户信息缺失)	
网络数据	住房租金数据(2021年)	房源经纬度、产权属性、单位面积租金	从链家和安居客网站上爬取的住房挂牌数据(链家, https://sz.lianjia.com ; 安居客, https://sz.zu.anjuke.com)
	POI数据(2018年和2019年)	城市医疗、教育、基础设施等热点的位置	从城市数据派获取(www.udparty.com)

599452幢建筑物的基础信息,包括匿名化处理的建筑物类型、建筑面积和基底面积等信息,由深圳市规划国土部门提供。其他数据包括从链家和安居客网站爬取的2021年深圳市住房租金数据、以及从城市数据派申请获取的2018年和2019年深圳市POI数据,是真实地理实体的点状数据。

2.3 技术路线

2.3.1 研究框架

本研究在概括深圳二元居住空间总体迁居特征的基础上,提炼城市内部居住迁移模式,挖掘迁居规律,研究框架如图1。首先,识别出二元居住空间与迁居样本,并统计、提取地块尺度迁居流。接着将迁居流样本汇总到街道,通过ArcGIS可视化了解深圳市迁居的空间格局,并从迁居人群的属性出发统计分析二元迁居群体的特征和差异。最

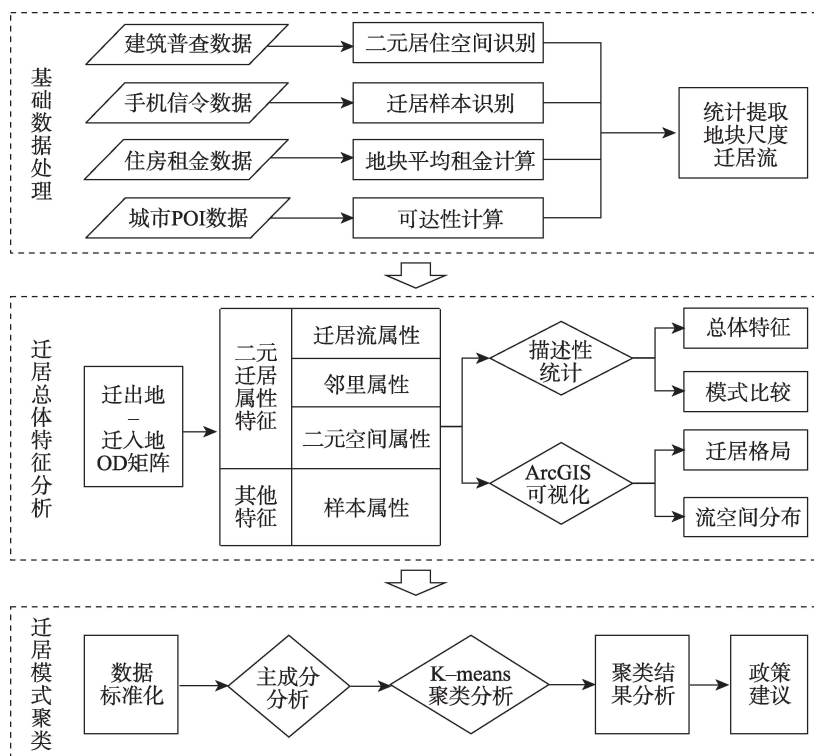


图1 研究框架

Fig. 1 Research framework

后对迁居流进行基于主成分分析的K-means聚类^[20],得到多种迁居模式,从迁居流特征、邻里属性、二元居住类型等方面剖析模式的特征与差异,并针对不同模式及其空间映射提出针对性的空间治理政策建议。

2.3.2 数据处理 首先将建筑普查数据中的私宅识别为非正规居住空间,将商品房、保障房、公寓等建筑类别识别为正规居住空间,并利用ArcGIS对深圳市域进行网格化处理,建筑密度高的建成区划成200 m×200 m的网格、密度较低的区域划成400 m×400 m的网格,再将正规与非正规居住空间的面积赋给所在的网格,网格的属性由占比较大的二元居住空间定义。

共识别出正规居住空间占主导的网格6325个,其中住宅用地面积56.4 km²;非正规居住空间10352个,其中住宅用地面积56.2 km²。正规与非正规居住用地面积几乎各占一半,与建筑普查数据相符,二元空间分布如图2所示。

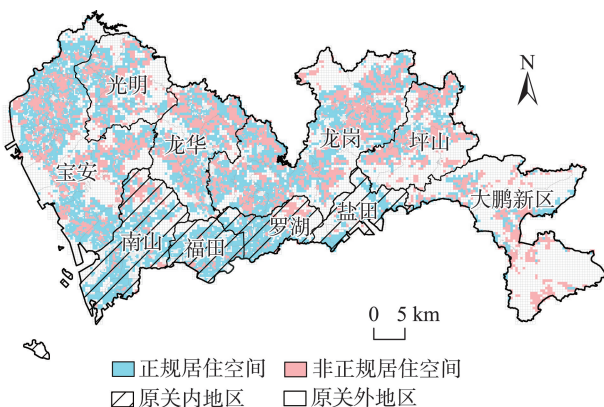


图2 2018年深圳市二元居住空间分布

Fig. 2 Distribution of dual residential space in Shenzhen in 2018

注:该图基于自然资源部地图技术审查中心标准地图(审图号为粤S(2019)02-6号)绘制,底图边界无修改。

接着, 依托中国移动手机信令数据, 以2019年12月的个人手机用户为基础, 识别提取用户在2018年12月和2019年12月的职住地理位置^[21,22], 再将一年内居住地发生变更的用户识别为发生迁居的样本。在城市二元居住空间识别的基础上, 根据迁居前后居住地理位置, 将按用户个人为条数统计的迁居样本转化为地块尺度的迁居流^[23], 并统计各迁居流中迁居样本数量、工作变更状况和性别、年龄分布结构, 迁居前后居住地理位置相同的个体纳入同一个迁居流。

手机信令数据识别出深圳市2018—2019年稳定居住人口数为1036.25万, 约占深圳常住人口60%, 与中国移动公布的2019年深圳市手机用户市场占有率数据63.7%基本相符。识别出2018—2019年期间的迁居流84.90万条、包含的迁居人数为209.94万, 总体迁居率(迁居人数除以居住总人数)约为20%, 与深圳链家研究院2017年“租赁大数据”相符^①, 表明数据可信。

由于非正规住房缺失房价数据, 使用从网络爬取的住房租金数据, 区分正规与非正规两类住房市场的价格差异。共获取正规住房挂牌房源12856条, 非正规住房挂牌房源8241条, 分别对二元住房租赁市场价格进行克里金插值, 并根据地块自身的二元属性进行空间连接, 得到各地块的平均租金数据。

最后, 使用ArcGIS软件提取各居住地块几何中心, 通过邻域分析工具计算其到城市中心(共4个, 包括福田、罗湖、南山、前海)、地铁站(共157个)和中小学(共336个)等POI的欧式距离, 作为度量区位条件、交通和教育可达性的指标。

经过数据清洗、处理与加工后, 整理得到的迁居流样本包括四类属性: ① 迁居流属性包括迁居距离和通勤距离变化, 反映同一迁居流人群的距离容忍度与工作导向性; ② 邻里属性包括迁居前后对应居住二元属性的平均住房租金、区位条件、交通和教育可达性的变化以及居住地流动性, 反映外部居住环境对迁居的影响; ③ 二元空间属性包括迁出地与迁入地是否为非正规居住空间, 反映二元居住环境对迁居的影响; ④ 其他样本属性包括性别、年龄结构以及流迁居规模, 各指标及测算方式如表3所示。

表3 属性指标及测算方式

Tab. 3 Variables and measurement

类别	属性指标	测算方式(单位)
迁居流属性	迁居距离	迁居前后居住地欧氏距离(m)
	通勤距离变化	流平均通勤距离变化=Σ样本通勤距离变化/流样本数量(%)
邻里属性	平均租金变化	迁居后地块平均住房租金-迁居前地块平均住房租金(元/m ²)
	区位条件变化	迁居后距市中心距离-迁居前距市中心距离(m)
	交通可达性变化	迁居后距地铁站距离-迁居前距地铁站距离(m)
	教育可达性变化	迁居后距中小学距离-迁居前距中小学距离(m)
	居住地流动性	(地块总迁出人数+迁入人数)/地块总居住人数(%)
二元空间属性	迁出地类型	非正规居住空间(1), 正规居住空间(0)
	迁入地类型	非正规居住空间(1), 正规居住空间(0)
其他样本属性	性别结构	男性样本占比(%)
	年龄结构	平均年龄(岁)
	流迁居规模	单条流的迁居人数/居住人数×10000(人/每万人)

① 参见深圳链家研究院2017年11月发布的“租赁大数据”: 有80%的深圳人租房居住, 租房人群的平均换租周期为9个月。

2.3.3 基于主成分分析的K-means聚类 聚类分析是一个将数据集中在某些方面相似的数据成员进行分类组织的过程，K-means聚类通过将数据预先分为K组，随机选取K个对象作为初始的聚类中心，依据距离规则反复迭代求解以确定最终分组，是一种简单高效、效果较优的聚类方法。然而由于本研究样本规模庞大，数据维度高且部分指标间存在一定的相关性（如平均租金与其他邻里属性间），直接进行聚类容易产生较大错误率。主成分分析法通过降维的思想，剔除存在相关性、信息重叠的指标，有助于减少数据冗余，不仅能提高计算效率，还能大大降低分类错误率^[24]。

本研究先对原始属性指标进行主成分分析，选取能反映出原始属性指标变化情况的主成分，再对选取的主成分标准化得分结果进行K-means聚类^[25]，通过选取不同的k值，多次训练K-means模型，筛选出聚类效果最佳的迁居流分类结果。

3 深圳市二元居住空间迁居总体特征及空间格局分析

3.1 二元居住空间迁居总体特征

对于城市内部迁居的讨论，国内外研究多运用生命周期与生命历程理论，将迁居与个人生命事件如结婚、生子以及工作变动进行关联，综合分析个人在特定社会经济背景和市场条件下的住房选择机制^[26-30]。结合生命历程理论^[31,32]，由图3可以看出深圳市的二元迁居可分为三个层次：第一层次为非正规居住空间内部的迁居，这群人约有53万，平均年龄在四类中最小，他们可能处于个人生命历程中工作与居住生涯的起步期，初入职场发展，受经济能力限制而选择非正规居住空间^[33]；第二层次为正规与非正规居住空间之间的交互迁居，其中约有42万人从非正规迁往正规、46万人从正规迁往非正规，这群人平均年龄居中，他们可能处于个人生命历程中的职业发展关键期，处在两类居住空间之间随机游走，发展的好可能实现住房属性的跨越性提升，不好的也可能经历居住条件的滑坡；第三层次为正规居住空间内部的迁居，约有68万人，占比最高且平均年龄最大，他们处于一个生活条件相对稳定向好的阶段，居住环境已经达到了三层次中的最好状态。

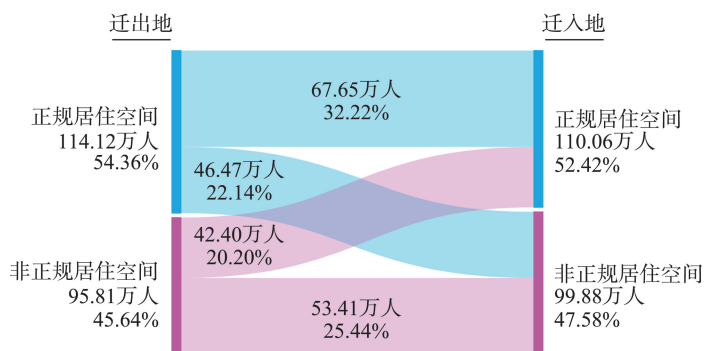


图3 深圳市二元居住空间迁居总体情况

Fig. 3 The overall relocation status between dual residential space in Shenzhen

通过描述性统计（表4），可以得到四类迁居模式之间的宏观差异。首先，在迁居流属性方面，深圳总体迁居距离12 km，呈现郊区化倾向。其中正规居住空间内部的迁居距离相对较近，另外三类与非正规相关的迁居模式距离明显较长，说明非正规迁居人群

表4 深圳市四种二元空间迁居模式样本均值比较

Tab. 4 Average scores of the four dualistic space relocation patterns in Shenzhen

二元迁居模式	迁居距离 (m)	通勤距离变化 (m)	平均租金变化 (元/m ²)	区位条件变化 (m)	交通可达性变化 (m)	教育可达性变化 (m)	居住地流动性 (%)	男性占比 (%)	平均年龄 (岁)	流迁居规模 (人/每万人)
正-正	11198	-3617	-1.2	560	88	14	51.3	57.2	35.1	31.2
正-非	12793	-3923	-38.1	2328	319	-81	52.5	60.1	33.3	28.4
非-正	12724	-4258	36.3	-1170	-85	103	42.8	60.2	33.7	15.7
非-非	12605	-4149	-0.3	620	154	5	42.5	60.5	32.8	17.5
总体	12261	-3967	-0.9	586	118	10	47.4	59.4	33.8	23.6

在迁居时更为被动、缺乏能力迁居至离原居住地较近的区域。迁居后通勤距离总体缩小,表明深圳总体是一个偏工作导向型的城市。其中,非正规居住空间迁出的模式(非-非、非-正)迁居后通勤距离减少更为明显,职住地拉近超4 km,说明非正规居住空间居民迁居受工作变动的更大影响。

其次,在邻里属性变化方面,一年内发生的迁居前后租金变化总体不明显,但各类迁居类型差异较大。在正规与非正规居住空间内部的迁居与总体趋势高度吻合,而跨二元空间的迁居租金变化明显,正-非迁居后租金平均下降38元/m²,非-正迁居后平均上涨36元/m²,这也反映出二元居住空间分异是影响迁居模式差异的重要因素,正规与非正规居住空间存在着不同的住房市场。从区位、交通和教育可达性变化来看,迁居后的可达性总体都降低了,说明大部分人群不是为了这些居住环境进行迁居,但仍有几类可达性明显提升。非-正迁居后的区位条件和交通可达性都为负值,说明这类模式迁居后距离市中心和地铁站更近,而正-非迁居后的教育可达性明显改善,说明这类模式有较多人为为了离中小学更近而迁居。

第三,在迁居地块样本属性方面,深圳市所有存在迁居的网格中每100个常住人口平均有47个人在一年内发生过迁居,其中非正规居住空间迁出相较正规居住空间迁出的迁居模式,居住地流动性平均低10%,同时流迁居规模平均也要少一半,这可能是由于本研究为避免手机信令数据漂移带来的计算误差未统计1 km内超短距离迁居导致,实际上有很多非正规社区居民偏好在同一社区或临近社区迁居,这部分样本未被纳入统计造成了对非正规社区居住稳定性的高估。从性别比例看,女性在迁居上较少选择非正规居住空间,这可能是出于安全性考虑;从平均年龄来看,正规居住空间内部迁居的人群平均年龄最大,而在非正规居住空间迁居的人群平均年龄较小,这反衬出非正规居住空间在容纳年轻群体上所做出的贡献。

图4比较了四类迁居样本属性值z-score标准化结果,总体来看,正规内部的迁居距离相对最短、男性占比最低、平均年龄最高;而非正规迁居的距离都较长、男性占比都较高、平均年龄较低,反映出非正规居住空间对年轻群体更具包容性。从非正规迁出的通勤距离变化更显著,说明他们受工作发生迁居的影响更大;同时他们的流迁居规模较小,居住地流动性较低。非-正的租金、区位和交通可达性变化最好,说明他们最可能产生改善型迁居;而正-非的教育可达性变化最好,说明他们最可能为了教育而迁居。

3.2 二元居住空间迁居格局

通过汇总深圳市各街道的迁入与迁出人数,得到深圳市整体迁居格局(图5,见第145页)。居住人口净流出的地区主要集中在原关内南山、福田、罗湖和盐田的中心地区,以及原关外远郊区包括宝安北部和大鹏新区等,前者主要是由于正规居住空间人群

迁出导致,后者主要是由于非正规居住空间人群迁出导致;而居住人口净流入的地区主要集中在以宝安中部、龙华和龙岗为核心的原关外地区和原关内南山和罗湖北部的关内外交界处,前者主要是由于存在大量迁往区域内非正规居住空间的人群,后者主要是由于存在一批迁往区域内正规居住空间的人群;迁居前后人口基本保持不变的地区主要位于行政区边缘,包括福田南部、盐田西部、光明和坪山北部。

通过 ArcGIS 的 XY to line 工具可视化表达分析街道尺度的深圳二元居住空间迁居流特征。Ravenstein^[34]针对 1881 年英国人口迁移资料整理出人口迁移规律,提到人口流动的主体是短距离迁居,距离越近,移民越多。从图 6 (见第 146 页) 可以看出,深圳也是如此,街道内的迁居规模要普遍大于街道间的迁移流。街道内部迁居人数最多的街道集中在宝安、龙华与龙岗区,这些地区同时接纳了大量非正规和正规居住空间迁居人群,而盐田、坪山与大鹏的迁居人数较少,在网络中处于边缘位置。从街道间迁居流来看,主要形成了宝安与南山、龙华、福田与罗湖、龙岗西部及东部这 4 个大规模迁居网络集群,同时深圳西部的迁居流量明显大于东部地区,宝安是深圳市迁居流量最大的地区;关外的长距离迁居较多、而关内迁居距离相对较短;正规居住空间内部迁居目的地集中在关内及关外近郊,非正规内部迁居目的地集中在关外地区,正规与非正规之间的迁移多发生在宝安与光明、龙华与龙岗。

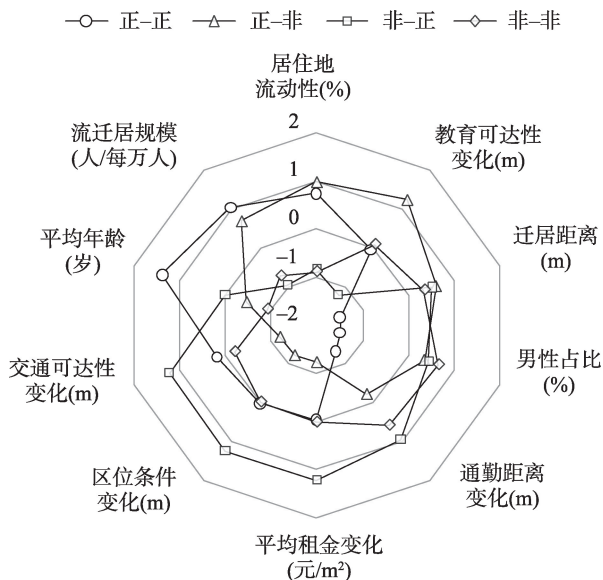


图4 四种二元空间迁居模式属性值 z-score 标准化结果比较

Fig. 4 Z-score of each variable in four patterns of dualistic space relocation

4 深圳市二元居住空间迁居模式聚类分析

4.1 聚类指标选取

以 84.90 万条迁居流作为研究样本,从迁居流属性、邻里属性和二元空间属性 3 个方面选取的 9 个属性指标开展基于主成分分析的 K-means 聚类(指标具体内涵及算法如表 3 所示),提炼典型迁居模式并剖析其模式特征与动因规律。

4.2 迁居属性的主成分分析

对 9 个指标采用方差极大旋转^[35]提取主成分,每个成分仅由几个主要指标解释。综合考虑 Kaiser-Guttman 准则^[36,37]与主成分对各指标的解释力,选择 5 个主成分展开进一步地聚类分析,各主成分与指标间的相关系数如表 5 (见第 147 页) 所示。

由表 5 (见第 147 页) 可知,5 个主成分的方差解释度分别为 20%、15%、14%、13%、10%。其中主成分 1 主要由平均住房租金、区位条件变化、迁出和迁入地类型解释,说明其主要刻画邻里属性中的房价与区位特征和迁居地的二元属性特征,当租金与区位的变化值越大、迁出地为非正规、迁入地为正规居住空间时,主成分 1 值越大;主成分 2 主要由区位、交通和教育可达性变化解释,主要刻画邻里环境特征,且与这三个

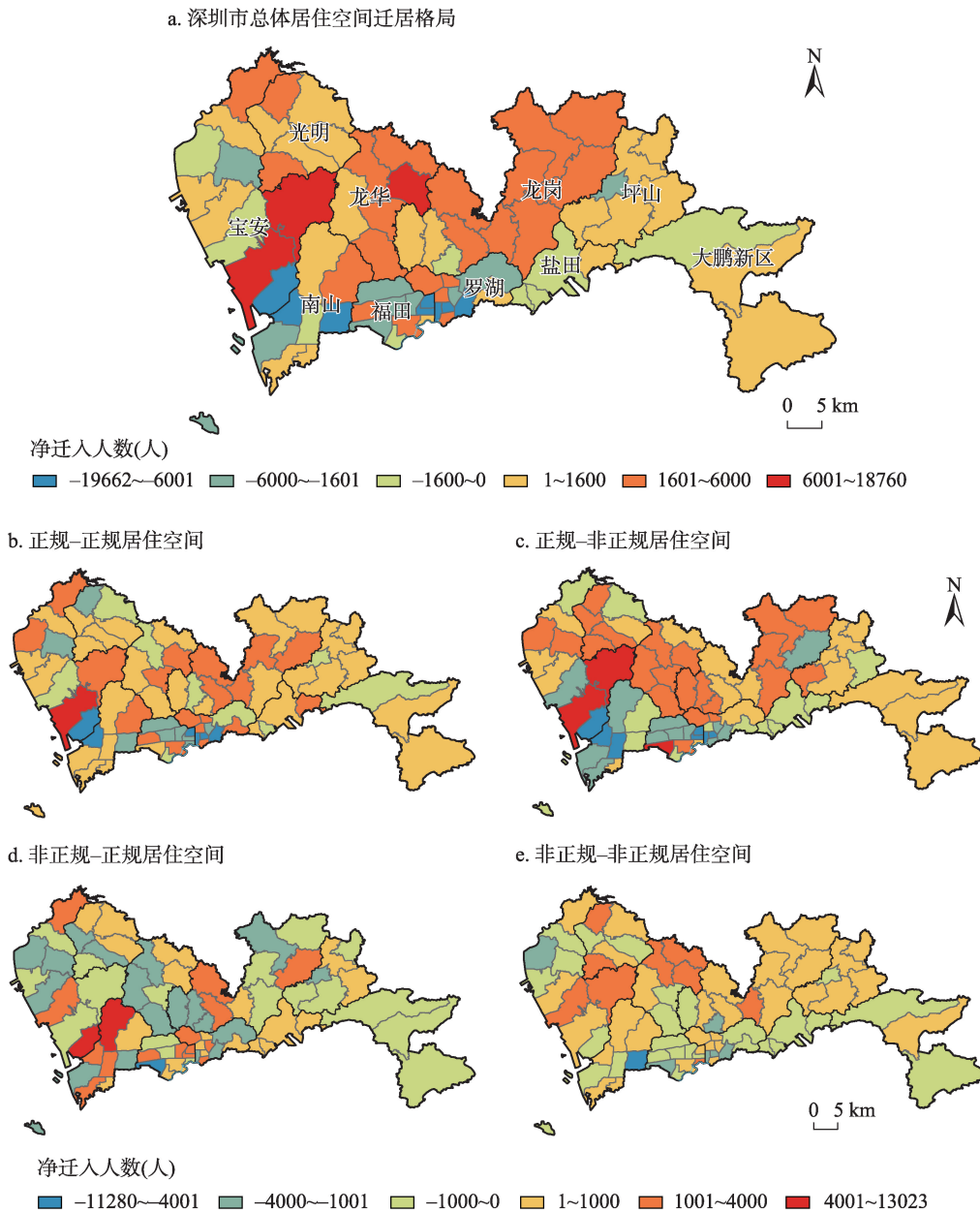


图5 深圳市二元居住空间迁居格局

Fig. 5 The relocation structure of dual residential space in Shenzhen

注：该图基于自然资源部地图技术审查中心标准地图（审图号为粤S(2019)02-6号）绘制，底图边界无修改。

指标都成正相关，指标值越大，主成分2值越大；主成分3主要由迁居距离和通勤距离变化解释，主要刻画迁居流属性特征，都成正相关，距离越远、通勤变化越大，主成分3值越大；主成分4主要由迁出地与迁入地类型解释，主要刻画迁居地二元属性特征，当迁出地与迁入地为非正规居住空间时，主成分4值越大；主成分5主要由居住地流动性和教育可达性变化解释，主要刻画邻里属性中的流动性和教育特征，当流动性越大、教育条件变化越大时，主成分5值越大。

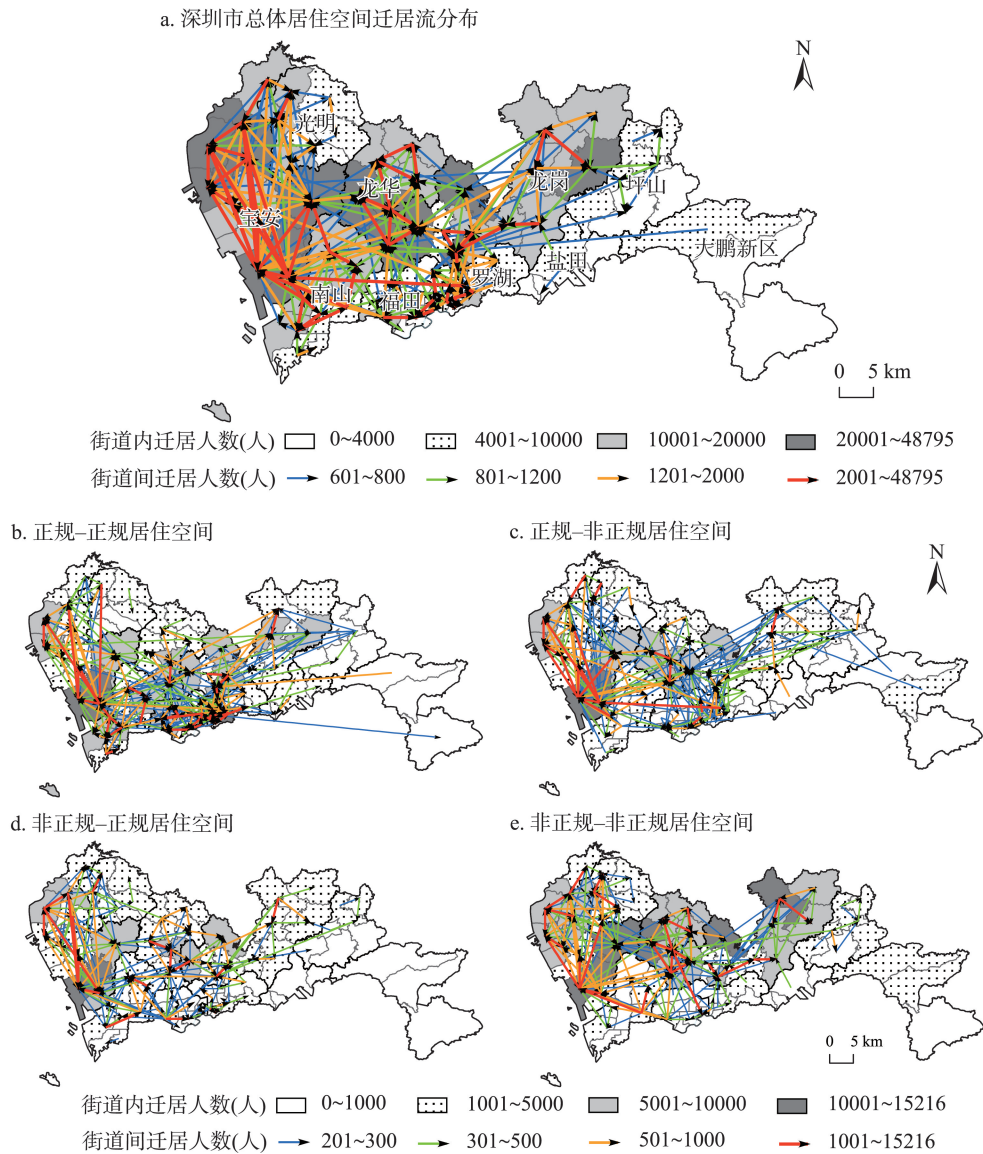


图6 深圳市二元居住空间迁居流图

Fig. 6 The relocation flow of dual residential space in Shenzhen

注: 该图基于自然资源部地图技术审查中心标准地图(审图号为粤S(2019)02-6号)绘制, 底图边界无修改; 由于数据量较大, 限于图幅, 图6a只展示>600人的街道间迁居流, 图6b~图6e只展示>200人的街道间迁居流。

4.3 二元居住空间迁居模式聚类结果

以5个主成分的值为基础, 对其进行K-means聚类, 由此得到不同迁居特征类别。通过寻找不同的K值, 多次训练聚类模型, 得到最优聚类数目8类。

依据Bell等的家庭迁居理论^[38], 不同类型家庭有不同的迁居动机: 家庭型迁居受子女影响较大, 最为关注教育条件; 事业型迁居通常伴随就业地变迁; 改善型(也称消费型或享受型)迁居对城市设施的服务需求更大, 对区位、服务可达性^[39]等更为关注; 社区型迁居表现出对社区的地域依赖(place-attachment)或情感依赖(emotion-attachment), 一般呈现就近迁居的特点。同时, 住房搜寻行为^[40]还表现出强烈的距离衰减规则

表5 主成分分析结果

Tab. 5 Results of principal component analysis

	相关系数	主成分				
		1	2	3	4	5
属性指标	迁居距离	-0.02	-0.21	0.71	-0.29	-0.04
	通勤距离变化	0.09	-0.16	0.72	-0.27	-0.06
	平均租金变化	0.89	-0.18	-0.11	-0.11	0.20
	区位条件变化	0.55	0.51	0.18	0.10	-0.18
	交通可达性变化	0.38	0.60	0.16	0.15	-0.36
	教育可达性变化	0.01	0.54	0.18	0.16	0.52
	居住地流动性	-0.19	0.39	0.02	-0.44	0.55
	迁出地类型	0.55	-0.44	0.14	0.48	0.37
	迁入地类型	-0.50	0.04	0.37	0.69	0.07
特征根	特征根值	1.8	1.4	1.3	1.1	0.9
方差解释	方差解释度 (%)	20	15	14	13	10
	累计方差解释度 (%)	20	36	50	62	73

注：表中加粗数据表示对各主成分解释力较大的属性指标。

和区域搜寻规则 (Area-based Search Model)^[41]。家庭关注生活圈中重要节点 (原居住地、就业地等) 附近的空置住房, 并且集中在附近区域寻找新住所, 远离关键节点地区的住房所受关注和寻找会减弱。

由此对统计得到的8类迁居模式进行归类, 可以发现深圳市同样存在社区型、改善型、家庭型、事业型4类迁居模式, 结合二元居住空间分异的实际后, 共呈现出8个亚类, 各类迁居模式的属性特征如表6所示, 各类模式的迁居弦图如图7~图10所示 (图8~图10见第149页)。

4.3.1 “社区型”迁居 “社区型”迁居的迁居距离平均为3 km, 约为一个街道办的管辖范围, 这类人群通常选择离原社区较近的区域进行迁移, 对原社区有一定的地域依赖或情感依赖。同时两个亚类的二元迁居类型刚好相反, 一个基本从正规居住空间迁出, 另一个基本从非正规居住空间迁出; 但在正规迁居年龄普遍高于非正规迁居的情况下, 两类人群的平均年龄都分别为正规与非正规迁居中的最高, 这一方面反映出正规与非正规居住空间上的迁居模式确实是同中存异的, 另一方面也印证了社区型迁居主要是人们在居住相对稳定后的生命周期成熟阶段所发生的迁居。

其中亚类A的迁居人数占总体比例为14.8%, 在8类中最多。其二元迁居模式主要是从正规空间迁往正规或非正规居住空间 (图7a), 居住地流动性较高为51%, 说明原社区居住人群较不稳定, 导致人们发生迁居; 同时它在迁居后的平均租金有一定降低, 说明该类迁居流还可能由于原居住社区的租金高而迁居。从空间上看, 这类迁居流主要是在关内与关外的正规空间内部进行迁移, 其次是从关外正规向关外非正规迁移, 再次是从关内正规向关内非正规迁移, 总体呈现郊区化趋势。由此将亚类A定义为“正规迁出-社区型”迁居。对于这类模式集中的区域, 要着力加强安居型正规住房建设, 提升住房可支付性, 同时稳定区域房价, 保障人们居住稳定。

亚类B的占比为8%, 是8类中最少。其二元迁居模式主要是从非正规空间迁往非正规或正规居住空间 (图7b), 它的居住流动性较低为42%, 说明社区居住人群较为稳定, 对迁居者有很好的吸引力。Stokenberga以及Celhay的研究表明, 在城中村居住的人群受

表6 各类迁居流属性特征

Tab. 6 Characteristics of relocation flows

家庭迁居类型		社区型		改善型		家庭型		事业型		总体
二元迁居亚类		A.正规迁出	B.非正规迁出	C.迁往正规	D.非正规迁出	E.迁往正规	F.迁往非正规	G.正规迁出	H.非正规迁出	
空间模式		近郊区化	近逆郊区化	郊区化	逆郊区化	逆郊区化	逆郊区化	远郊区化	远郊区化	
迁居模式聚类属性										
迁居流属性	迁居距离(m)	3611	3176	13407	16089	12975	12207	16956	13819	12261
	通勤距离变化(m)	1241	1284	-4775	-6297	-5317	-4140	-5927	-4686	-3967
邻里属性	平均租金变化(元/m ²)	-11.9	18.3	29.7	29.3	5.8	-33.2	-33.0	-7.7	-0.9
	区位条件变化(m)	999	-187	4087	-7712	-4405	-2881	8416	5291	586
	交通可达性变化(m)	165	-89	2024	-2425	-1410	-1736	2320	1732	118
	教育可达性变化(m)	12	1	306	-95	-108	-297	141	71	10
	居住地流动性(%)	51.1	42.6	42.5	39.9	56.7	54.8	51.4	41.1	47.4
迁出-迁入二元空间属性	正规-正规(%)	72.1	2.4	14.5	0.3	97.1	1.0	39.1	0.0	29.3
	正规-非正规(%)	27.1	0.4	0.0	0.6	0.7	96.1	60.1	0.4	22.4
	非正规-正规(%)	0.5	49.3	85.3	52.9	2.2	0.0	0.5	0.6	22.3
	非正规-非正规(%)	0.4	48.3	0.2	46.2	0.0	2.9	0.3	99.0	25.9
其他样本属性										
	男性样本占比(%)	55	57	61	61	58	61	60	61	59
	样本平均年龄(岁)	35.0	34.0	33.9	33.0	34.8	33.0	34.0	32.8	33.8
	迁居人数(万)	31.1	16.7	21.7	29.0	28.8	21.7	29.9	30.9	209.9
	迁居人数占比(%)	14.8	8.0	10.3	13.8	13.7	10.4	14.2	14.7	100

注：表中加粗数据表示各类迁居模式中具有显著差异的属性。

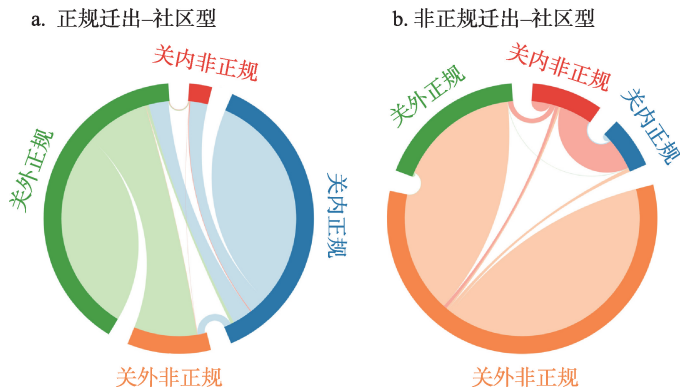


图7 “正规迁出-社区型”和“非正规迁出-社区型”的二元居住空间迁居弦图

Fig. 7 Chord diagram of two community-based relocation patterns: Formal emigration vs. informal emigration

到社会关系网络和地方依恋感的影响，并不愿意搬到正规住房实现所谓的住房阶层攀升，而更偏向于在非正规社区内部进行迁居^[42]。同时，这类人群迁居后的区位条件与交通可达性略微提升，平均租金略提高，说明他们在经济实力提升的基础上为进一步优化生活环境发生近距离迁移。从空间上看，这类迁居流主要是在关外的非正规空间内部进

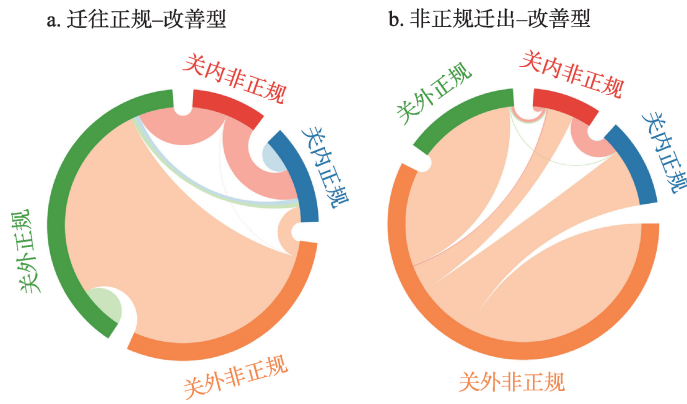


图8 “迁往正规-改善型”和“非正规迁出-改善型”的二元居住空间迁居弦图
 Fig. 8 Chord diagram of two upgrade-based relocation patterns: Formal immigration vs. informal Emigration

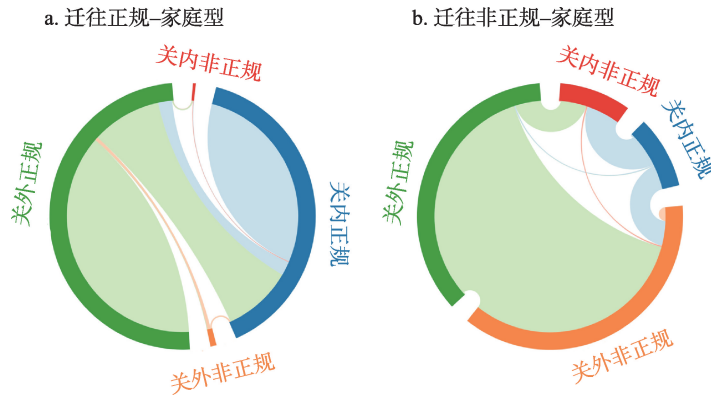


图9 “迁往正规-家庭型”和“迁往非正规-家庭型”的二元居住空间迁居弦图
 Fig. 9 Chord diagram of two family-based relocation patterns: Formal immigration vs. informal immigration

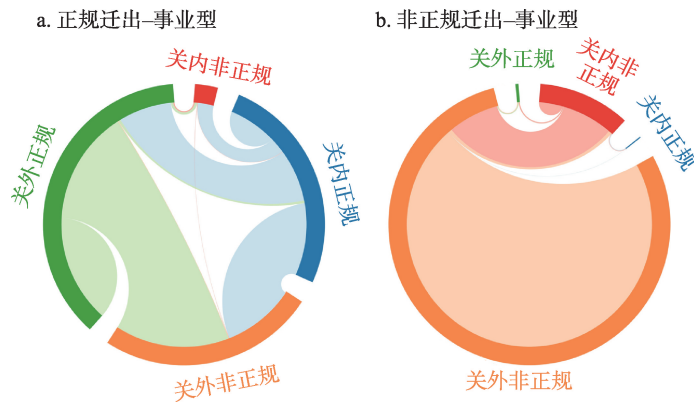


图10 “正规迁出-事业型”和“非正规迁出-事业型”的二元居住空间迁居弦图
 Fig. 10 Chord diagram of two career-based relocation patterns: Formal emigration vs. informal emigration

行迁移,其次是从关外非正规向正规迁移,再次是从关内非正规向正规迁移,该类人群3/4的迁居都发生在关外地区,总体空间位置没有改变。由此将亚类B定义为“非正规迁出-社区型”迁居。对于这类模式集中的区域,应加强社区建设,稳步推进城中村包容性改造,改善居住环境,稳定社会网络。

4.3.2 “改善型”迁居 “改善型”迁居在迁居后的平均租金都大大增加了,每平米的租金平均上涨30元,反映出这群人的生活水平确实得到了大幅改善。同时两个亚类的居住地流动性分别为正规与非正规迁居中的最低,说明原社区都是相对较稳定的,社区环境不是这群人迁居的主要原因,更多是由于生命历程中个人的提升而实现居住条件的跃迁。与西方研究结论不同的是,深圳市的“改善型”迁居不仅受到区位、交通、工作等条件的影响,还有相当一部分受到二元居住环境的影响,这种差异可能是由深圳市移民城市的特性与二元居住空间的巨大分异导致的。

亚类C的占比为10.3%,其二元迁居模式主要是从非正规空间迁往正规居住空间(图8a),而迁居后的区位、交通、教育条件却并无改善。从空间上看,这类迁居流主要是从关外非正规向关外正规空间进行迁移,其次是关内非正规向关外正规迁移,再次是从关内非正规向关内正规迁移,该类人群基本全部迁往了正规居住空间,实现了产权属性的提升。但从迁移方向来看,总体为城市中心向近郊区迁移,呈现郊区化趋势,这种产权提升伴随的区位条件下降符合阿隆索关于城市人口迁居与分布的互补理论^[43]。由此将亚类C定义为“迁往正规-改善型”迁居。对于这类模式集中的迁入区域,政府要做好保障性与商品性并举的多层次正规住房建设。

亚类D的占比为13.8%,其二元迁居模式主要是从非正规空间迁往正规或非正规居住空间(图8b),其迁居后的通勤、区位、交通、教育、住房产权正规性等条件都得到了全方位改善,说明该类可能为了更好的居住环境发生迁居。从空间上看,这类迁居流主要是关外非正规空间内部迁移,其次是从关外非正规向关外正规迁移,再次是从关外非正规向关内正规迁移,总体呈现出强烈的逆郊区化趋势,从城市远郊区向近郊及中心区进行迁移。由此将亚类D定义为“非正规迁出-改善型”迁居。对于这类模式集中的迁出区域,政府未来需着力推进城中村综合整治,提高居住空间品质;对于其集中的迁入区域,政府要做好保障性正规住房的建设。

4.3.3 “家庭型”迁居 “家庭型”迁居模式的显著特征是教育可达性得到了明显改善,迁居后与最近中小学的距离拉近了近300 m。该模式的区位条件和交通可达性也得到了明显改善,这可能是由于深圳市迁居样本的教育可达性与区位和交通可达性存在一定共线性、三个指标存在协同变化的原因。而该模式迁居后的通勤距离也更近了,这可能与深圳市总体较高的工作变动率相关。同时这个类型迁居的居住地流动性在8类中最高,符合这个阶段人群受子女教育、学区政策、住房购置、工作变动等多重因素影响而迁居频繁的情况^[44]。

其中亚类E的占比为13.7%,其二元迁居模式主要是在正规居住空间内部迁移(图9a);从空间上看,这类迁居流主要是在关外和关内的正规空间内部进行迁移,其次是从关外正规向关内正规迁移,总体呈现逆郊区化的趋势,由教育资源较差的郊区向城市中心区迁移,该类人群迁居后不仅教育、交通可达性和空间区位等居住环境得到了提升,住房的平均租金也有一定程度的提高、产权上基本都是有保障的正规住房。从年龄上看,该类人群较亚类F较高,处于收入更为殷实的中年阶段。由此将亚类F定义为“迁往正规-家庭型”迁居。对于这类模式集中的迁出区域,政府应着力加强高品质教育资源供给,满足该类人群对教育资源的需求。

亚类F的占比为10.4%，其二元迁居模式主要是正规空间迁往非正规居住空间（图9b）；从年龄上看，该类人群的平均年龄较低，为33岁，年龄结构较年轻，符合家庭生命周期理论中子女长大就学（家庭成长期）阶段的特征。从空间上看，这类迁居流主要是从关外正规向关外非正规空间进行迁移，其次是从关内正规向关内非正规迁移，再次是从关外正规向关内非正规迁移，总体呈现逆郊区化趋势，由教育资源较差的远郊区向资源较好的近郊及中心区进行迁移，虽然居住空间属性品质下降了，但教育、交通可达性和空间区位等居住环境得到了明显提升，说明这类人群愿意为了更好的教育牺牲居住舒适性。由此将亚类F定义为“迁往非正规-家庭型”迁居。对于这类模式集中的迁出区域，政府应着力提升其教育均等化水平，尤其是远郊地区；对于其集中的迁入区域，政府应着力增加学位的供给，满足人们对教育资源的需求。

4.3.4 “事业型”迁居 纯“事业型”迁居的显著特征是在其他邻里属性都未有改善的情况下，通勤距离却大大缩短了，与工作地点的距离分别拉进5927和4686 m，说明这类人群主要为了工作而发生迁居。同时该类人群的迁居距离都十分远，分别达到了16956和13819 m，均远超总体均值。

其中亚类G的占比为14.2%，其二元迁居模式主要是从正规空间迁往正规或非正规居住空间（图10a）；从空间上看，这类迁居流主要是从关外正规向关外非正规空间迁移，其次是从关内正规向关外非正规迁移，再次是从关内正规向关内正规迁移，总体呈现远郊区化的趋势，由城市中心区向郊区迁移，虽然迁居后的空间区位、交通和教育可达性均有所下降，但部分人迁居后的二元居住空间属性却并未下降。从年龄上看，该类人群相对较大，原本更偏向于居住在正规空间。由此将亚类G定义为“正规迁出-事业型”迁居。对于这类模式集中的迁出区域，政府应着力增加就业机会；对于其集中的迁入区域，政府应着力增加保障性正规住房的供给。

亚类H的占比为14.7%，为非正规迁居类型中最多的。其二元迁居模式主要是在非正规居住空间内部迁居（图10b）；从空间上看，这类迁居流主要是在关外非正规空间内部迁移，其次是从关外非正规向关内非正规进行迁移，再次是在关内非正规空间内部迁移，总体呈现远郊区化趋势，由城市近郊区向远郊区进行迁移，迁居后的居住环境全面下降。从年龄上看，该类人群为8类中最小，处于职业生涯的起步期，只能选择在非正规空间内部迁居。由此将亚类H定义为“非正规迁出-事业型”迁居。对于这类模式集中的区域，政府要在维持好非正规居住空间为青年群体安身立命作用的同时，着力增加就业机会，不对非正规住房进行大规模的拆迁行为，而应着力合理改造城中村，保障工作变动阶段人群的住房支付能力。

5 结论与讨论

本文通过多源数据识别出深圳市正规与非正规并存的二元居住空间，并提取了其上发生迁居的流样本；结合生命历程理论与家庭迁居理论，选取了迁居距离、通勤距离、平均住房租金、区位条件、交通可达性、教育可达性变化、居住地流动性、迁出地与迁入地二元空间类型这9个指标，对迁居流样本进行基于主成分分析的聚类分析。主要结论有：

（1）深圳市的二元迁居可分为个人生命历程由年轻到成熟、居住质量由低到高的三个层次：非正规居住空间内部的迁居、正规与非正规居住空间之间的交互迁居、正规居住空间内部的迁居，这也凸显出非正规住房在青年群体安居上所发挥的作用。

(2) 从城市内部迁居格局来看, 主要形成了宝安与南山、龙华、福田与罗湖、龙岗这4个大规模迁居网络集群, 其中正规居住空间的迁居距离较近且相对集中于关内地区, 而非正规居住空间的长距离迁居更多, 相对集中于关外地区, 人口净迁移方向主要为关内向关外, 居住空间内部存在挤出效应导致总体表现出郊区化趋势。

(3) 与家庭迁居理论一致, 深圳市存在社区型、改善型、家庭型、事业型4类迁居模式, 但受二元居住空间分异的影响, 同一类内部会呈现出年龄结构不同、居住环境变化不同的亚类模式, 最终可分为8个亚类。

(4) 深圳市迁居总体上呈现出工作通勤导向, 其中的“事业型迁居”平均年龄在四种模式中最低, 容易受工作影响发生迁居; 随着事业发展向好, 可能由于收入提升而实现居住条件跃迁, 产生“改善型迁居”, 这时的突出表现是房租上涨、住房属性向正规转化, 生活环境明显改善; 等到成家立业后, 迁居将不再只受个人因素影响, 可能会受子女教育等多重因素影响发生“家庭型迁居”, 这时也是居住地流动最频繁的阶段; 最后当一切都趋向稳定时, 个人、家庭对居住地都已产生了一定的地域或情感依赖, 这时的迁居多为“社区型迁居”, 迁居距离短, 迁居后的社会关系、生活环境基本不会发生太大变化, 四类模式总体反映出了人们在不同生命历程下的迁居过程^[45]。

与现有基于调查问卷进行城市内部人口迁居研究不同^[46], 本文通过手机信令大数据识别深圳市在2018—2019年一年内实际发生迁居的人群, 避免了问卷调查的样本误差与真实性误差, 并且多源大数据的多维特征能更全面地反映城市内部迁居的多元因素。同时, 本文结合深圳市住房市场存在明显二元结构特征的实际, 将正规与非正规居住空间纳入研究, 对于认识迁居与住房市场选择的关系、二元住房市场管理具有重要意义。

然而, 本研究也受到大数据自身弊端的限制, 如手机信令数据存在一定的数据漂移现象, 故本文将迁居距离在1 km内的样本剔除了; 同时, 大数据将人群模糊化处理, 可能会淹没掉人的某些个性特征。后续研究可通过改进手机信令数据算法, 同时纳入其他更多源的大、小数据, 对城市内部迁居现象进行更细致与深入的研究。而且本研究结果还受到深圳典型移民城市的特殊性影响——户籍人口少、城市流动性强, 关于城市内部迁居模式的研究还需要其他更多城市的实证检验。

致谢: 真诚感谢匿名评审专家在论文评审中付出的时间和精力, 评审专家对本文研究设计、研究方法、图表表达、结果分析方面提出的宝贵意见, 使本文获益匪浅。

参考文献(References)

- [1] Lawrence A Brown, Eric G Moore. The intra-urban migration process: A perspective. *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography*, 1970, 52(1): 1-13. DOI: 10.1080/04353684.1970.11879340.
- [2] Harvey D. *Society, the city and the space-economy of urbanism*. Washington, DC: Association of American Geographers, 1972.
- [3] 盛亦男. 中国流动人口家庭化迁居. *人口研究*, 2013, 37(4): 66-79. [Sheng Yinan. Family migration in China. *Population Research*, 2013, 37(4): 66-79.]. DOI: CNKI:SUN:RKYZ.0.2013-04-007.
- [4] 董昕. 住房支付能力与农业转移人口的持久性迁移意愿. *中国人口科学*, 2015, 35(6): 91-99. [Dong Xin. Housing affordability and permanent migration desire of rural-urban migrants. *Chinese Journal of Population Science*, 2015, 35(6): 91-99.]. DOI: CNKI:SUN:ZKRK.0.2015-06-010.
- [5] 古恒宇, 沈体雁, 刘子亮, 等. 基于空间滤波方法的中国省际人口迁移驱动因素. *地理学报*, 2019, 74(2): 222-237. [Gu Hengyu, Shen Tiyan, Liu Ziliang, et al. Driving mechanism of interprovincial population migration flows in China based on spatial filtering. *Acta Geographica Sinica*, 2019, 74(2): 222-237.]. DOI: 10.11821/dlxb201902002.
- [6] Huang Y, Deng F F. Residential mobility in Chinese cities: A longitudinal analysis. *Housing Studies*, 2006, 21(5): 625-652. DOI: 10.1080/02673030600807084.
- [7] 刘望保, 闫小培, 曹小曙. 西方国家城市内部居住迁移研究综述. *地理科学*, 2008, 28(1): 131-137. [Liu Wangbao, Yan Xiaopei, Cao Xiaoshu. Review on intra-urban residential mobility in the western country. *Scientia Geographica Sinica*,

- 2008, 28(1): 131-137.]. DOI: 10.3969/j.issn.1000-0690.2008.01.023.
- [8] 宋伟轩, 陈培阳, 胡咏嘉. 中西方城市内部居住迁移研究述评. 城市规划学刊, 2015, 59(5): 45-49. [Song Weixuan, Chen Peiyang, Hu Yongjia. A review of research on residential mobility from the perspective of urban geography. Urban Planning Forum, 2015, 59(5): 45-49.]. DOI: 10.16361/j.upf.201505009.
- [9] Clark W, Maas R. Spatial mobility and opportunity in Australia: Residential selection and neighbourhood connections. Urban Studies, 2015, 53(6): 1317-1331. DOI: 10.1177/0042098015572976.
- [10] Li T, Shiran S J, Dodson J. Metropolitan migration and spatial housing markets: A geographical study in Melbourne. Applied Geography, 2021, 129: 102414. DOI: 10.1016/j.apgeog.2021.102414.
- [11] 仝德, 李文钢, 李贵才. 国内外非正规住房发展的比较研究. 城市发展研究, 2014, 21(3): 72-77. [Tong De, Li Wengang, Li Guicai. A comparative study on the development of informal housing in China and abroad. Urban Studies, 2014, 21(3): 72-77.]. DOI: 10.3969/j.issn.1006-3862.2014.03.011.
- [12] Park H, Fan P, John R, et al. Spatiotemporal changes of informal settlements: Ger districts in Ulaanbaatar, Mongolia. Landscape and Urban Planning, 2019, 191: 103630. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2019.103630.
- [13] 叶裕民, 徐苗, 田莉, 等. 城市非正规发展与治理. 城市规划, 2020, 44(2): 44-49. [Ye Yumin, Xu Miao, Tian Li, et al. Informal development and government of cities. City Planning Review, 2020, 44(2): 44-49.]. DOI: CNKI:SUN:CSGH.0.2020-02-008.
- [14] Wang L, Xue C. Spatio-temporal characteristics and influencing factors of urban floating population in China from 2011 to 2015. Chinese Journal of Population Resources and Environment, 2019, 17(4): 359-373. DOI: 10.1080/10042857.2019.1628606.
- [15] 何深静, 齐晓玲. 广州市三类社区居住满意度与迁居意愿研究. 地理科学, 2014, 34(11): 1327-1336. [He Shenjing, Qi Xiaoling. Determinants of relocation satisfaction and relocation intention in Chinese cities: An empirical investigation on three types of residential neighborhood in Guangzhou. Scientia Geographica Sinica, 2014, 34(11): 1327-1336.]. DOI: 10.13249/j.cnki.sgs.2014.011.1327.
- [16] 林文盛, 冯健, 李焯. ICT对城中村居民居住和就业迁移空间的影响: 以北京5个城中村调查为例. 地理科学进展, 2018, 37(2): 276-286. [Lin Wensheng, Feng Jian, Li Ye. Influence of ICT on housing and employment related migration space of residents in urban villages: A case study of five urban villages in Beijing. Progress in Geography, 2018, 37(2): 276-286.]. DOI: 10.18306/dlkxjz.2018.02.010.
- [17] 刘云霞, 李晨光, 王亚平. 异质化的住宅与区位选择: 城市内部居住迁移模式. 城市发展研究, 2020, 27(6): 80-87, 97. [Liu Yunxia, Li Chenguang, Wang Yaping. Heterogeneous housing and residential location choice: Research on the typology of intra-city residential mobility. Urban Development Studies, 2020, 27(6): 80-87, 97.]
- [18] 仝德, 高静, 龚咏喜. 城中村对深圳市职住空间融合的影响: 基于手机信令数据的研究. 北京大学学报(自然科学版), 2020, 56(6): 1091-1101. [Tong De, Gao Jing, Gong Yongxi. Impact of urban village on job-housing balance in Shenzhen: A study using mobile phone signaling data. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 2020, 56(6): 1091-1101.]. DOI: 10.13209/j.0479-8023.2020.069.
- [19] Song Y, Zenou Y. Urban villages and housing values in China. Regional Science and Urban Economics, 2012, 42(3): 495-505. DOI: 10.1016/j.regsciurbeco.2011.06.003.
- [20] 徐婉庭, 张希煜, 龙瀛. 基于手机信令等多源数据的城市居住空间选择行为初探: 以北京五环内小区为例. 城市发展研究, 2019, 26(10): 48-56. [Xu Wanting, Zhang Xiyu, Long Ying. A preliminary study on housing choice behavior in urban residential space based on mobile phone data and multi-source data: Taking communities within Fifth Ring Road of Beijing as an example. Urban Development Studies, 2019, 26(10): 48-56.]. DOI: CNKI:SUN:CSFY.0.2019-10-006.
- [21] 王德, 朱查松, 谢栋灿. 上海市居民就业地迁移研究: 基于手机信令数据的分析. 中国人口科学, 2016, 36(1): 80-89, 127. [Wang De, Zhu Chasong, Xie Dongcan. Research on intra-city employment mobility in Shanghai: Based on cell phone data. Chinese Journal of Population Science, 2016, 36(1): 80-89, 127.]. DOI: CNKI:SUN:ZKPK.0.2016-01-008.
- [22] 黄文彬, 吴家辉, 徐山川, 等. 数据驱动的移动用户行为研究框架与方法分析. 情报科学, 2016, 34(7): 14-20. [Huang Wenbin, Wu Jiahui, Xu Shanchuan, et al. Data-driven mobile user behavior analysis framework and methods. Information Science, 2016, 34(7): 14-20.]. DOI: CNKI:SUN:QBKX.0.2016-07-003.
- [23] 齐心, 鲁黛迪. 北京城市内部居住迁移的空间模式研究. 城市发展研究, 2012, 19(12): 16-21. [Qi Xin, Lu Daidi. Research on the spatial pattern of residential mobility in Beijing. Urban Development Studies, 2012, 19(12): 16-21.]. DOI: 10.3969/j.issn.1006-3862.2012.12.003.
- [24] 杨林, 汪磊. 基于主成分聚类分析的喀斯特地区土地生态安全评价. 国土与自然资源研究, 2021, (1): 8-11. [Yang Lin, Wang Lei. Land ecological security evaluation of Karst Area based on principal component clustering analysis. Territory & Natural Resources Study, 2021, (1): 8-11.]. DOI: 10.16202/j.cnki.tnrs.2021.01.003.
- [25] 王婧, 李裕瑞. 中国县域城镇化发展格局及其影响因素: 基于2000和2010年全国人口普查分县数据. 地理学报, 2008, 28(1): 131-137.]. DOI: 10.3969/j.issn.1000-0690.2008.01.023.

- 2016, 71(4): 621-636. [Wang Jing, Li Yurui. Spatial pattern and influencing factors of urbanization development in China at county level: A quantitative analysis based on 2000 and 2010 census data. *Acta Geographica Sinica*, 2016, 71(4): 621-636.]. DOI: 10.11821/dlxb201604007.
- [26] Cowgill D O, Rossi P H. Why families move: A study in the social psychology of urban residential mobility. *American Sociological Review*, 1956, 21: 395. DOI: 10.2307/2089312.
- [27] Geist C, McManus P A. Geographical mobility over the life course: Motivations and implications. *Population, Space and Place*, 2008, 14(4): 283-303. DOI: 10.1002/psp.508.
- [28] Clark W A V. Life course events and residential change: Unpacking age effects on the probability of moving. *Journal of Population Research*, 2013, 30(4): 319-334. DOI: 10.1007/s12546-013-9116-y.
- [29] 柴彦威, 陈零极. 中国城市单位居民的迁居: 生命历程方法的解读. *国际城市规划*, 2009, 24(5): 7-14. [Chai Yanwei, Chen Lingji. The residential mobility of urban Danwei residents: A life course approach. *Urban Planning International*, 2009, 24(5): 7-14.]. DOI: 10.3969/j.issn.1673-9493.2009.05.003.
- [30] 古杰, 周素红, 闫小培. 生命历程视角下的广州市居民居住迁移的时空路径. *地理研究*, 2013, 32(1): 157-165. [Gu Jie, Zhou Suhong, Yan Xiaopei. The space-time paths of residential mobility in Guangzhou from a perspective of life course. *Geographical Research*, 2013, 32(1): 157-165.]. DOI: CNKI:SUN:DLYJ.0.2013-01-017.
- [31] Dieleman F M, Everaers P C. From renting to owning: Life course and housing market circumstances. *Housing Studies*, 1994, 9(1): 11-25. DOI: 10.1080/02673039408720772.
- [32] 蒋文, 盛明洁, 李和平. 西方城市居住迁移研究进展及对中国的启示: 基于家庭的微观视角. *城市发展研究*, 2021, 28(2): 16-23. [Jiang Wen, Sheng Mingjie, Li Heping. A systematic review on residential mobility and implications for Chinese studies from the micro level. *Urban Development Studies*, 2021, 28(2): 16-23.]. DOI: 10.3969/j.issn.1006-3862.2021.02.003.
- [33] 党云晓, 湛东升, 湛丽, 等. 城市更新过程中流动人口居住-就业变动的协同机制研究: 以北京为例. *地理研究*, 2021, 40(2): 513-527. [Dang Yunxiao, Zhan Dongsheng, Chen Li, et al. The coordination mechanism of migrants' residence and employment change in the process of urban renewal: A case study of Beijing. *Geography Research*, 2021, 40(2): 513-527.]. DOI: 10.11821/dlyj020191122.
- [34] Ravenstein E G. The laws of migration. *Journal of the Royal Statistical Society*, 1889, 52(2): 241-305. DOI: 10.2307/2979181.
- [35] Rencher A C. Interpretation of canonical discriminant functions, canonical variates, and principal components. *The American Statistician*, 1992, 46(3): 217-225. DOI: 10.2307/2685219.
- [36] Cliff N. The eigenvalues-greater-than-one rule and the reliability of components. *Psychological Bulletin*, 1988, 103(2): 276-279. DOI: 10.1037/0033-2909.103.2.276.
- [37] Kaiser H F. Coefficient alpha for a principal component and the Kaiser-Guttman rule. *Psychological Reports*, 1991, 68(3): 855-858. DOI: 10.2466/PRO.68.3.855-858.
- [38] Bell W. *The City, the Suburb, and a Theory of Social Choice*. The New Urbanization. New York: St. Martin's Press, 1968:132-168.
- [39] Geng B, Bao H, Liang Y. A study of the effect of a high-speed rail station on spatial variations in housing price based on the hedonic model. *Habitat International*, 2015, 49: 333-339. DOI: 10.1016/j.habitatint.2015.06.005.
- [40] Brown L A, Holmes J. Search behavior in an intra-urban migration context: A spatial perspective. *Environment and Planning A*, 1971, 3(3): 307-326. DOI: 10.1068/a030307.
- [41] Rashidi T H, Mohammadian A. Behavioral housing search choice set formation: A spatial hazard-based screening model. *International Regional Science Review*, 2015, 38(2): 151-170. DOI: 10.1177/0160017612461356.
- [42] Issar S. Conceptualizing the connections of formal and informal housing markets in low-and middle-income countries. *Housing Studies*, 2022, 37(5): 789-808. DOI: 10.1080/02673037.2020.1831444.
- [43] Alonso William. *Location and Land Use: Toward a General Theory of Land Rent*. Cambridge, MA and London, England: Harvard University Press, 1964: 18-35. DOI: 10.4159/harvard.9780674730854.
- [44] Bernard A. Levels and patterns of internal migration in Europe: A cohort perspective. *Population Studies*, 2017, 71(3): 293-311. DOI: 10.1080/00324728.2017.1360932.
- [45] Clark W A V, Withers S D. Family migration and mobility sequences in the United States: Spatial mobility in the context of the life course. *Demographic Research*, 2007, 17: 591-622. DOI: 10.4054/DemRes.2007.17.20.
- [46] 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. *地理研究*, 2004, 23(2): 227-242. [Feng Jian, Zhou Yixing. Intra-urban migration and correlative spatial behavior in Beijing in the process of sub-urbanization: Based on 1000 questionnaires. *Geographical Research*, 2004, 23(2): 227-242.]. DOI: 10.3321/j.issn:1000-0585.2004.02.011.

The relocation patterns in Shenzhen's dual residential space based on mobile phone data

YI Xing, TONG De, WU Yaying, SHEN Yue, CHU Jun, LYU Tingmiao

(School of Urban Planning and Design, Laboratory for Urban Future, Peking University Shenzhen Graduate School, Shenzhen 518055, China)

Abstract: Relocation is one of the most important driving forces for urban spatial reconstruction, and understanding its behavioral mechanism is of great significance for improving the housing market structure and adjusting the direction of spatial development. However, previous studies mostly focus on the relocation between urban and rural areas, there is still limited research on relocation within large cities where both formal (represented by commercial housing and affordable housing) and informal (represented by urban villages) dual residential spaces coexist, and traditional studies mostly use questionnaires, which have limitations such as one-sidedness. Based on life course theory and household relocation theory, this study identifies the distribution of dichotomous settlements and relocation flows in Shenzhen using multi-source data such as mobile phone data from December 2018 to December 2019. We select indicators from three aspects: relocation flow characteristics, neighborhood attributes and dual residential space types. K-means clustering based on principal component analysis is conducted to explore its relocation patterns, structural characteristics and motivational laws. The results show that: (1) The dual relocation in Shenzhen can be divided into three levels: intra-informal relocation, formal and informal interactive relocation, and intra-formal relocation. There is an increasing trend in the age and living quality of the relocatees among the three levels, but they all present a commuting orientation; (2) The main part of dual relocation is short-distance migration, forming four large-scale relocation network clusters: Bao'an and Nanshan, Longhua, Futian and Luohu, Longgang. And the overall direction is from Guannei to Guanwai, showing a suburbanization trend. (3) The relocation patterns can be clustered into four categories: community-based, upgrade-based, family-based, and career-based, and eight subcategories appear after we combine the influence of dual residential space. There are significant differences in the attributes and motivations of different categories of relocatees, which generally reflect the relocation process of people under different life courses. Finally, this study proposes differentiated spatial governance policy recommendations for different relocation patterns. Considering the fact that there are obvious dual structure characteristics in Shenzhen housing market, this paper brings formal and informal residential spaces into the study, which is of great significance for understanding the relationship between relocation and housing market selection, as well as the management of dual housing market.

Keywords: relocation; dual residential space; mobile phone data; K-means clustering; Shenzhen