

# 近百年来扬州市居住-工业空间关联演化及机理分析

王丹<sup>1,2</sup>, 方斌<sup>1</sup>, 李欣<sup>1</sup>

(1. 南京师范大学地理科学学院, 南京 210046; 2. 扬州市职业大学资源与环境工程学院, 扬州 225009)

**摘要:** 空间关联是产城融合问题研究的理论和现实基础。以扬州市居住-工业空间关联为研究对象, 基于近百年历史地图等数据, 采用热点分析法、蜂巢网格法对居住-工业空间关联强度进行测算, 对微观空间关联形态进行分析, 揭示两者中长期、微观尺度关联模式及一般机理。结果表明: ① 居住-工业空间关联强度经历了强-弱-强的演化过程, 两者存在紧密的时空对应关系。1949年之前及计划经济时期, 居住空间和工业空间紧密融合; 住房体制“双轨制”及市场化时期, 两者日渐疏离; 近年来, 随着工业企业的转型升级, 居住、工业、服务业空间出现了产城融合的新趋势。② 居住-工业的关联形态从内圈层向外, 由自由无序转向规整有序, 反映了居住空间由产业从属空间向独立、主导空间转化的历史进程。③ 居住空间建设主体、工业产业类型、居民通勤条件、外部空间影响是空间关联演化的主要因素。

**关键词:** 产城融合; 居住空间; 工业空间; 空间关联; 蜂巢网格法; 扬州

DOI: 10.11821/dlyj020190490

## 1 引言

改革开放以来, 在工业化强力推动下, 中国城镇化快速发展。1978—2018年, 城镇常住人口从1.7亿人增加至8.3亿人, 城镇化率从17.92%提升至59.58%, 城镇已成为中国经济社会发展的增长极。在工业化、城镇化高速发展的同时, 也面临着一些亟待解决的问题, 产城融合在其中尤为突出<sup>[1]</sup>。产城融合问题的产生有3个基本背景: 一是改革开放以来, 工业园区快速发展, 由于工业园区远离老城区, 周边居住、交通、医疗等配套服务严重匮乏, 导致工业园区功能单一, 活力不足。二是城市新建居住空间选址偏重公共服务设施、自然环境等生活条件完备度, 与工业空间日益疏离, 城市人口呈“潮汐式”流动。随着城市规模的不断扩大, 通勤时间不断增长, 交通负担不断加重。三是高铁新城、大学城等新产业空间不断出现, 这类空间过度突出某类生产要素对城市的拉动作用, 忽视产业空间与居住空间的互动关系, 往往人气不足, 甚至成为“空城”“鬼城”<sup>[2,3]</sup>。在此背景下, 《国家新型城镇化规划(2014—2020)》提出“城镇发展与产业支撑、就业转移和人口集聚相统一”的指导思想和发展目标, 提倡产城融合发展。

空间关联是产城融合研究的理论和现实基础。从理论角度, 如果把产城融合比作空间运动, 空间关联就是其动力之源。从现实角度, 产城融合虽然包括经济、社会、文化

收稿日期: 2019-06-07; 修订日期: 2020-02-09

基金项目: 国家自然科学基金项目(41671174); 江苏高校哲学社会科学研究基金项目(2018SJA1167); 江苏省社会教育重点资助课题(JSS-B-2018004); 江苏省“青蓝工程”优秀青年骨干教师资助课题(苏教师[2016]15号)

作者简介: 王丹(1982-), 男, 江苏扬州人, 博士研究生, 副教授, 主要研究方向为城市与区域规划。

E-mail: yzwangdan@qq.com

通讯作者: 方斌(1968-), 男, 江西九江人, 博士, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为土地资源管理。

E-mail: wenyangfang731@163.com

等多层次内容,但空间关系无疑是首要问题,核心要义在于通过时空压缩,降低通勤成本,促进城市中各类生产要素聚合,为产业转型和人居环境提升提供支撑。因此,研究“产城融合”应首先揭示城市各类空间的关联问题。

西方国家居住-工业空间关联研究源于第二次世界大战后郊区化进程加速、新城市中心不断出现的历史背景<sup>[4]</sup>,可分为三个阶段:第一阶段是20世纪早期的居住空间郊区化。受内城环境恶化、交通拥挤等因素影响,城市富裕阶层逐步搬迁到郊区居住,由此出现了“卧城”现象,此时居住-工业空间逐步分离<sup>[5]</sup>。第二阶段始于20世纪中叶,受内城地价和环境成本提升的影响,工业郊区化趋势逐步出现,此时外迁企业主要为环境污染严重、占地面积广的资本密集型企业,居住空间与工业空间关联度不高<sup>[6]</sup>。第三阶段始于能源危机后的20世纪70年代,以电子工业为代表的高科技产业逐步兴起,这些企业对人力资本要求较高、环境负外部性相对较低,两者之间又出现了融合趋势<sup>[7]</sup>。国内居住-工业空间关联研究可分为计划经济和社会主义市场经济转型两个时期。①计划经济时期,“单位”既是城市生产单元,也是生活单元,因此居住-工业空间关联研究以“单位制”最为典型。该时期居民职住接近、土地混合利用、公共服务设施齐备,生产、生活、消费空间高度重合,居住-工业关联表现在空间、经济、社会多个层面,两者有强烈的依附关系<sup>[8,9]</sup>。②社会主义市场经济转型时期,以单位为核心的社会空间逐步瓦解。随着城市“退二进三”进程的加速和主城区人口的外向疏散,出现了以工业空间为主的开发区和以居住空间为主的“新城”,两者“郊区化”指向的差异引发了职住分离问题,相关研究开始大量出现。从地理学视角,目前职住平衡研究集中于职住平衡测度、职住空间格局演化及形成机制,研究方法包括多项logistic回归<sup>[10]</sup>、多源轨迹数据挖掘<sup>[11]</sup>、结构方程模型等<sup>[12]</sup>。通过职住平衡研究发现,不同经济体制下形成的居住-工业空间关联度有所差异,单位制社区总体稳定,商品房社区则相对较低<sup>[13]</sup>。居住-工业空间关联影响因素包括制度因素<sup>[14]</sup>、社会因素<sup>[15]</sup>、历史因素等<sup>[16]</sup>。

国内城市在城市规模、工业化阶段等方面差异较大,导致学界对居住-工业空间关联尚未形成成熟的规律认知<sup>[17,18]</sup>。在以下3点有待深入:①居住-工业空间关联研究的时间尺度需进一步延伸。中国大多数城市有百年以上历史,其中20世纪50—70年代的计划经济时期对居住-工业空间关联产生了重要影响,而现有研究一般局限于改革开放后,难以提炼中国城市空间关联的中长尺度演化规律<sup>[19]</sup>。②居住-工业空间关联研究的空间尺度需进一步细化。目前城市空间关联测度以多因素评价法为主,一般以街办为基本单元,单元面积在5 km<sup>2</sup>以上。但居住空间演化更多受微观条件影响,街办尺度研究难以精确测度居住-工业空间关联的演化过程<sup>[20]</sup>。③居住-工业空间关联机理不够明确,限制了“产城融合”理念在规划实践中的应用。虽然职住平衡研究对空间关联问题进行了较为深入的探讨,但相关研究集中于就业地-居住地之间的通勤关系。但不同类型产业空间与居住空间关联关系有较大差别,仅用职住关系难以概括产城空间演变的一般规律,应将“产”“城”概念进一步细化为“工业空间”与“居住空间”,进而揭示两者的关联关系。

本研究以扬州市主城区居住空间和工业空间的关联性为研究对象,通过热点分析和蜂巢网格法,研究百年时间尺度下居住-工业空间在空间关联强度、空间关联形态的演化过程,以解释中长期、微观尺度下居住-工业空间关联的一般规律与机理,通过城市居住-工业空间模式提炼,为中小城市产城融合发展提供理论依据。

## 2 研究区概况与研究方法

### 2.1 研究区概况

扬州市位于江苏省中部,长江北岸、江淮平原南端,现辖3区、2市、1县,市域总

面积6591.21 km<sup>2</sup>。结合扬州市居住空间和工业空间的分布情况,最终确定启扬高速-仪扬河-古运河-沪陕高速-淮入江水道围合区域为研究区,面积191.23 km<sup>2</sup>,常住人口数量约118.27万。作为首批二十四座历史文化名城之一,扬州较为完整保留了明清以来的城市格局,城市空间呈“年轮”式圈层格局,其中内圈层为内城区,距离城市中心半径约1500 m,建成于1949年之前;中间圈层为外城区,建成于1949—2000年,距离城市中心半径约5 km;外圈层为近郊区,为现状拓展区,距离城市中心半径约10 km。

作为历史文化名城,扬州在产业性质、产业结构等方面具备各历史时期典型特征,具有产城融合研究案例的典型性。① 封建社会时期,扬州是江淮地区行政中心之一,南北交通枢纽,经济发达,具备封建城市典型的“城”“市”特征。② 1949年以后,扬州是地区行署所在地,较高的行政地位加速了工业经济的发展。特别是改革开放后,工业经济的“扬州现象”效应突出,20世纪90年代工业产值连续3年位居江苏省前三,工业经济对城市发展推动明显。③ 21世纪以来,高新技术产业在扬州经济结构中占据重要地位,2017年,高新技术产业产值已达4219.5亿元,在规模以上工业产值中占比达45%。

## 2.2 数据来源

研究数据按中华人民共和国成立之前(1949年前)、计划经济时期(1949—1978年)、福利住房与市场化双轨制前期(1979—1989年)、福利住房与市场化双轨制后期(1990—1998年)、住房体制市场化全面推进期(1999—2009年)、住房体制市场调整完善期(2010—2017年)6个时间段进行统计,分空间数据和属性数据两类。① 空间数据包括各历史时期城厢图、地籍图、地价图。1949年前以《扬州城厢图》(1950年)为基础,参照《扬州城市图》(民国十二年)、《江都县城营建计划图》(民国三十四年)等4幅历史地图进行补充;计划经济时期空间数据来源于《扬州市市区图》(1964年),福利住房与市场化双轨制前期数据来源于《扬州市地名图》(1982年);福利住房与市场化双轨制后期、住房体制市场化全面推进期、住房体制市场调整完善期数据来源于相应时期的土地分等定级图、地价图、地籍图。同时,为保证工业空间数据的完整性,结合《扬州市志》《扬州城建史事通览》《扬州市地名录》《扬州工业志》进行增补,主要包括企业建立时间、搬迁(破产)时间、企业类型等。② 居住空间和工业空间的属性数据。居住空间建设年代、容积率、价格数据来源于《扬州城乡建设志》《扬州建设志(1988—2005)》、搜房网、扬州房产信息网、扬州物业网;工业企业的类型、注册资本、住所、登记机关、经营范围数据来源于全国企业信用信息公示系统、百度企业信用等。

## 2.3 研究方法

**2.3.1 空间分析法** ① 使用Getis-Ord General  $G$ 、Global Moran's  $I$ 指数对居住空间和工业空间的分布模式进行判断。该方法假设居住空间和工业空间表现为随机模式,通过计算显著性水平检验零假设概率,得到随机、集聚或离散模式。② 使用聚类和异常值分析(Anselin Local Moran's  $I$ 指数)寻找居住空间和工业空间分布的热点、冷点和空间异常值,通过计算Local Moran's  $I$ 值、 $Z$ 得分、 $P$ 值,确定居住空间和工业空间的聚类类型<sup>[21]</sup>。

**2.3.2 蜂巢网格法** 蜂巢网格法用于微观尺度居住空间与工业空间关联强度的测算。具体原理如下:① 在研究区布设正六边形蜂巢网格,居住空间和工业空间在同一蜂巢网格的概率越大,空间关联越紧密。② 在研究区布设不同半径的正六边形蜂巢网格,以说明不同尺度下的空间关联强度,当小尺度关联度(半径400 m)小,而中尺度关联度(800 m)大时,说明工业空间对居住空间既有吸引力,又存在排斥力,如吸引力表现为通勤关联,排斥力表现为工业空间的环境负外部性。主要指标的具体测度方法如下:

蜂巢居住空间包含率:通过布设蜂巢网格,得到研究区所建立的工业空间蜂巢个

数、包含居住空间的工业空间蜂巢个数，进而计算蜂巢居住空间包含率：

$$R_b = \frac{N_{br}}{N_{bi}} \tag{1}$$

式中： $R_b$  表示蜂巢居住空间包含率； $N_{bi}$  表示工业空间蜂巢个数； $N_{br}$  表示包含居住空间的工业空间蜂巢个数。蜂巢居住空间包含率的指标意义在于，蜂巢居住空间包含率越高，居住空间与工业空间融合的程度越高。如图 1a 所示， $K_1$  蜂巢包含 3 个居住空间， $K_2$  蜂巢包含 2 个居住空间， $K_3$  蜂巢包含 1 个居住空间， $K_4$  蜂巢包含 0 个居住空间。则蜂巢  $K_1$  工业空间与居住空间的关联强度  $>K_2 > K_3 > K_4$ 。

单蜂巢工业居住空间比率：通过布设蜂巢网格，得到单蜂巢网格中居住空间数量、工业空间数量，进而计算单蜂巢工业居住空间比率。

$$R_{bri} = \frac{N_r + N_i}{N_{br}} \tag{2}$$

式中： $R_{bri}$  表示单蜂巢工业居住空间比率； $N_r$  表示蜂巢网格中居住空间数量； $N_i$  表示蜂巢网格中工业空间数量。单蜂巢工业居住空间比率的该指标意义在于，单蜂巢工业居住空间比率越高说明蜂巢内部工业空间和居住空间越杂乱，空间布置随机性越高；指标值越低，说明蜂巢内部越齐整，规划因素越突出。如图 1b 所示， $K_1$  蜂巢中有居住空间 3 个，工业空间 2 个，合计 5 个； $K_2$  蜂巢中有居住空间 2 个，工业空间 1 个，合计 3 个； $K_3$  蜂巢中有居住空间 1 个，工业空间 1 个，合计 2 个； $K_4$  蜂巢中有居住空间 0 个，工业空间 1 个，合计 1 个。可明显看出  $K_1$  蜂巢的用地杂乱程度  $>K_2 > K_3 > K_4$ 。

单蜂巢工业空间比率：通过布设蜂巢网格，进而计算单蜂巢网格中工业空间数量。

$$R_{bi} = \frac{N_i}{N_{bi}} \tag{3}$$

式中： $R_{bi}$  表示单蜂巢工业空间比率。 $N_i$  和  $N_{bi}$  的含义同公式 (1) 和公式 (2)。单蜂巢工业空间比率的指标意义在于，单蜂巢网格中工业空间数量越多，工业企业规模越小；反之则越大。该指标可反映工业企业用地集聚程度。如图 1c 所示， $K_1$  蜂巢中有工业空间 4 个； $K_2$  蜂巢中有工业空间 3 个； $K_3$  蜂巢中有工业空间 2 个； $K_4$  蜂巢中有工业空间 1 个。可见  $K_1$  蜂巢中工业企业规模相对较小，集聚程度高； $K_2$ 、 $K_3$ 、 $K_4$  蜂巢工业企业规模相对较大，集聚程度较低。

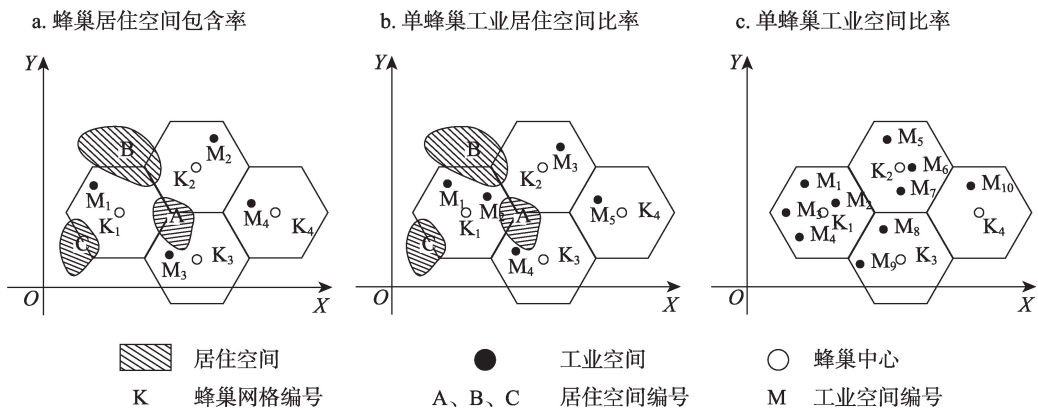


图1 蜂巢网格法指标说明

Fig. 1 Indicator description of honeycomb grid method



### 3 扬州市居住空间演化

#### 3.1 1949年以前

1949年之前，研究区14个居住空间均分布于内城区（图2a；图3中2B），内城区主要为居住空间，其中商贸业发达的教场一带人口更为集中，反映了产业空间对居住空间发展的推动作用。这一时期，城市发展方向总体均衡，表现为典型的同心圆形态。

#### 3.2 计划经济时期

新增居住空间热点主要集中于外城区南部宝塔湾一带（图2b；图3中2B）。居住空间扩张特征为：一是城市从均衡转向非均衡扩张。二是城市扩张开始加速，工业化成为城市发展的核心动力，城市范围突破了内城区。此时居住空间依附于工业空间，如宝塔湾热点面积总计2.22 km<sup>2</sup>，其中工业空间1.13 km<sup>2</sup>，占总面积的50.9%，居住空间0.95 km<sup>2</sup>，占总面积的42.8%，工业空间占据优势地位。

#### 3.3 福利住房与市场化双轨制前期

该时期新增居住空间热点逐步向东、向北方向移动，扩张空间集中于外城区东北古运河沿线的曲江、梅岭片区（图2c；图3中2B）。该时期，居住空间扩张特征为：一是居住空间扩张仍表现为非均衡单向扩张特征。二是居住空间扩张仍表现为临河特征。这是由于临河是扬州工业空间扩张的指向，而工业空间是居住空间扩张的主要动力。

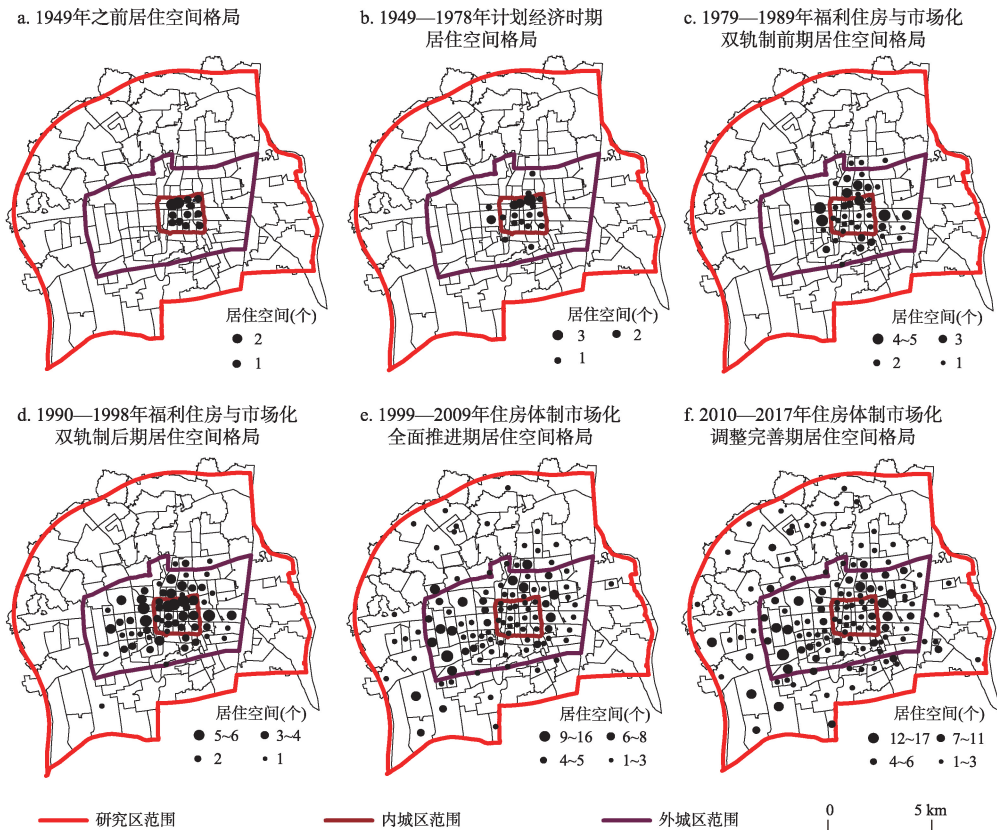


图2 扬州市居住空间格局演化

Fig. 2 Residential spatial pattern evolution in Yangzhou

### 3.4 福利住房与市场化双轨制后期

该时期新增居住空间热点由东北方向急剧变化为西南方向, 扩张空间集中于外城区西南侧文汇片区(图2d; 图3中2B)。此时居住空间扩张特征为: 一是居住空间表现为非均衡单向扩张特征; 二是居住空间扩张临河特征逐步消失, 这与工业空间对运河依赖程度下降有较大关联; 三是新扩张城市空间中, 居住空间成为独立要素, 与工业空间平行发展。

### 3.5 住房体制市场化全面推进期

该时期居住空间与上一阶段有一定延续性, 两者在空间上相互邻接, 扩张空间热点分布于近郊区西部的邗上片区(图2e; 图3中2A)。此时居住空间扩张特征为: 一是居住空间仍表现为非均衡单向特征, 扩张空间延伸至近郊区; 二是居住空间热点临河特征完全消失, 这与居住空间扩张动力从工业转变为服务业空间有较大关联。

### 3.6 住房体制市场化调整完善期

居住空间扩张特征为: 一是扩张方向较均衡, 各方向均出现了空间热点(图2f), 如新城西区(图3中2A), 第二城片区(图3中2A), 西南三湾片区(图3中3B), 西北蜀岗片区(图3中1B), 东部河东片区(图3中2C); 二是近郊区成为居住空间扩张热点, 5个热点均位于近郊区; 三是居住、工业、服务业空间融合趋势明显。

## 4 扬州市工业空间演化

### 4.1 1949年以前

该时期, 研究区工业发展水平较为落后, 现代工业企业均布局于古运河沿线, 这与现代工业企业高度依赖运河运输有较大关联。传统手工业作坊集中于城内繁华商业街, 采取“前店后坊”的空间布局(图4a; 图5中2B)。

### 4.2 计划经济时期

该时期工业空间格局与产业类型、企业性质有较大关联。①以工艺美术、食品工业为主的私营手工业经社会主义改造后, 规模明显变大, 逐步向外城区迁移。②国营工业集中于机械、冶金工业等行业, 由于企业规模较大, 交通条件要求较高, 主要分布于运河沿线。外城区南部宝塔湾片区位于古运河、宁扬公路(南京方向)、扬圩公路(苏南方向)交汇地带, 是计划经济时期工业空间的热点(图4b; 图5中2B)。

### 4.3 福利住房与市场化双轨制前期

该时期电子、医药、建材等新兴工业部门快速发展, 工业空间格局由此出现分化。①内城区工业规模小、技术含量低, 受新兴乡镇企业挤压, 工业空间明显萎缩, 至1989年, 内城区工业企业仅剩7家。②以电子、医药、建材等新兴产业为主导的五里庙工业

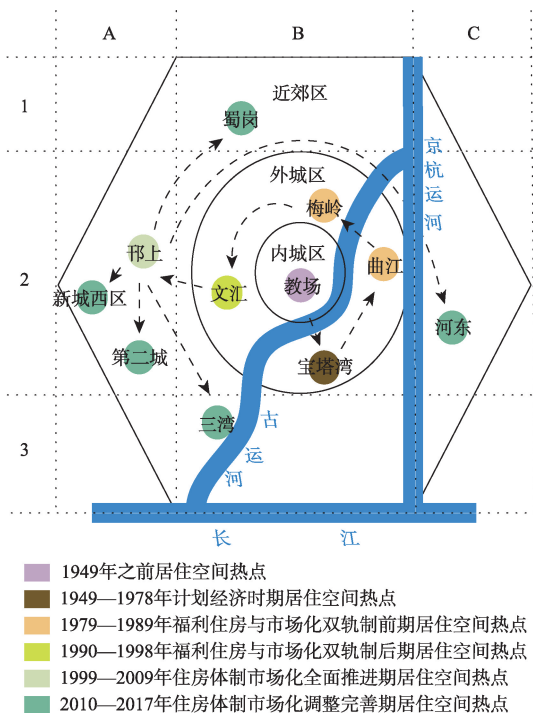


图3 扬州市居住空间热点演化示意图

Fig. 3 Residential hotspot evolution in Yangzhou

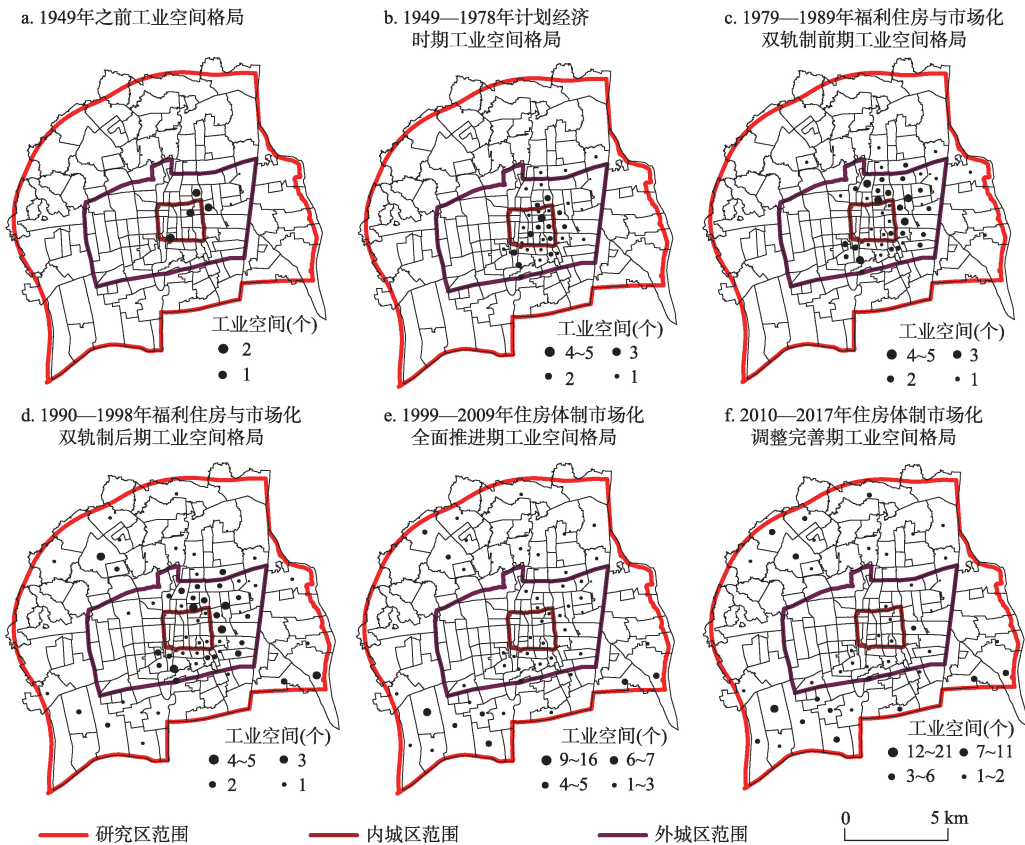


图4 扬州市工业空间格局演化

Fig. 4 Industrial spatial pattern evolution in Yangzhou

区快速发展，至1989年该片区集聚有大中型工业企业18家（图4c；图5中2B）。

#### 4.4 福利住房与市场化双轨制后期

工业园区的快速发展是该阶段显著特点，由于新增工业空间集中于近郊区西南扬州经济技术开发区，工业空间热点由东北方向急剧转为西南方向。该时期，以工业园区为代表的工业空间有2个特点：① 国有企业是工业园区发展的主导动力。随着国有企业改制进程加速，部分国有企业实施“退二进三”。改制后部分国有企业逐步在园区集聚，形成了新的工业空间热点，而计划经济时期形成的工业空间由于企业的“关停并转”逐步衰落。② 工业园区发展条件优越，吸引了众多改制乡镇企业落户，改制乡镇企业成为工业园区发展的重要动力之一（图4d；图5中3B）。

#### 4.5 住房体制市场化全面推进期

该时期，工业空间沿上阶段空间路径发展，扬州高新技术产业开发区成为新的空间热点（图4e；图5中3A）。① 内城区、外城区工业空间“退二进三”进程加速，内城区仅遗留工业企业3家；外城区宝塔湾、五里庙工业区国有企业全面启动“退城进园”，工业空间逐步转变为居住空间。② 随着宁启铁路、润扬大桥等一批交通基础设施建成，对外交通条件得到极大改善，资本、市场“两头在外”的外资企业成为工业园区发展的主导动力。

#### 4.6 住房体制市场化调整完善期

工业与服务业空间多点融合发展是该阶段的显著特点。① 新增了维扬经济技术开发

区(图4f;图5中1B)、广陵产业园两个工业空间热点(图4f;图5中2C),工业空间格局呈多点发展态势。②工业、生产性服务业空间紧密融合,推动了产业的转型升级。该阶段,工业园区内生产性服务业快速发展,科技综合体大量出现,为工业企业发展提供科技支撑,如中国科学院扬州应用技术研发与产业化中心等。生产性服务业与工业紧密结合,成为推动工业经济转型升级的新动力,出现了以光电、电子纸为代表的高科技产业。

### 5 扬州市居住-工业空间关联演化与关联模式

#### 5.1 居住-工业空间关联演化

居住-工业空间关联可从空间关联强度和空间关联形态两个方面阐释。空间关联强度主要测度两者的宏观空间接近性。空间关联形态是居住-工业空间在特定地域的空间组合方式,是空间关联强度的外在表现。

**5.1.1 混融同心圆形态** 1949年之前,两者空间关联可总结为混融同心圆结构,空间关联强度较强。

(1)空间关联强度(图6中①)。该阶段工业空间既包括内城区传统手工业空间,也包括内城区边缘的现代工业空间,两者与居住空间均保持着强关联关系。就现代工业空间而言:①工业空间蜂巢个数4个,居住空间蜂巢也为4个,400 m和800 m半径蜂巢居

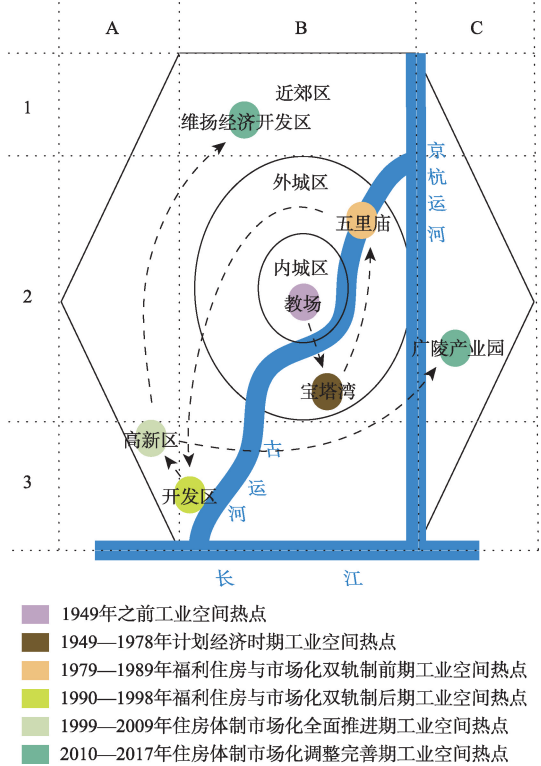


图5 扬州市工业空间热点演化示意图  
Fig. 5 Industrial hotspot evolution in Yangzhou

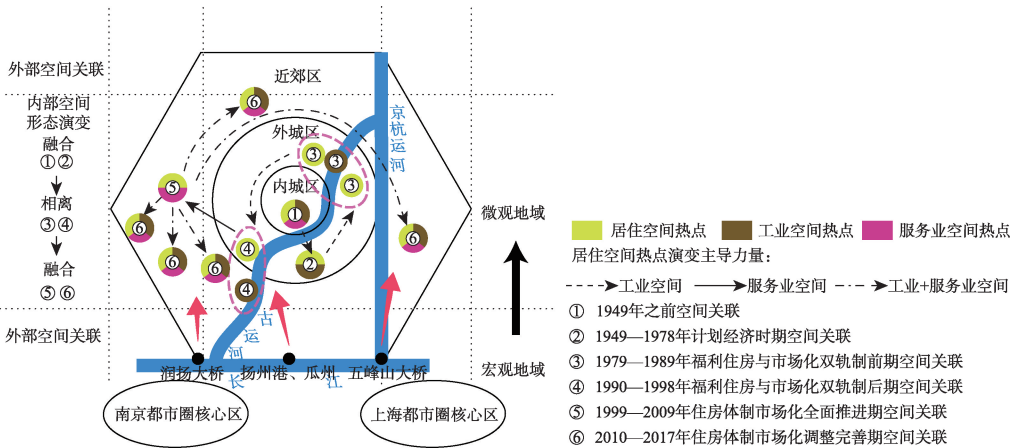


图6 扬州市居住-工业空间关联强度演化

Fig. 6 Evolution of residential-industrial spatial association intensity in Yangzhou



住空间包含率均为100%，表明现代工业空间400 m和800 m半径内均分布有居住空间，两者较为接近。② 400 m单蜂巢工业居住空间比率为2.5，表明1949年之前居住空间和工业空间保持着1:2的比例关系，融合形式较为简单，空间较为齐整。③ 400 m单蜂巢工业空间比率为1，说明单蜂巢内只有1个工业空间，企业集聚程度较低，工业用地布局较分散。

(2) 空间关联形态表现为混融空间(图7a)。居住空间和工业空间以商业街为中轴，向两侧依次排开。服务业空间紧邻商业街，工业空间采取“前店后坊”形式，依附于服务业空间。这种空间模式将生产和销售统一起来，能有效压缩流通成本；同时城市通勤以步行为主，居住空间紧邻工业、服务业空间能够最大限度减少通勤、消费的时空成本。

**5.1.2 单向居住-工业随机融合扩张** 计划经济时期(1949—1978年)，两者空间关联可总结为单向居住-工业随机融合扩张，空间关联度较强，表现为随机融合形态。

(1) 空间关联强度(图6中②)。居住空间和工业空间南向扩张，关联性较高。1949年之后作为地区行政中心，扬州经历了快速工业化过程，工业空间成为城市发展的主导空间，居住空间跟随趋势明显，表现为工业空间周边单位社区的扩张，两者之间形成紧密的协同关系。① 该阶段蜂巢居住空间包含率总体下降，但400 m和800 m尺度下降幅度有所差异，400 m蜂巢居住空间包含率为62.8%，较上一阶段下降较快，这是由于轻工企业资金实力较为薄弱，较少建设单位社区，从整体上拉低了平均值；800 m蜂巢居住空间包含率保持着85.7%的较高水平，原因在于该阶段新建工业空间一般沿内城区居住空间边缘发展，两者在大尺度保持了紧密的通勤关系。② 400 m单蜂巢工业居住空间比率提升至3.07，说明蜂巢内居住-工业空间结构复杂，破碎化现象明显。这是由于该阶段居住空间以企业为建设主体，缺乏统一规划。③ 400 m单蜂巢工业空间比率下降至0.65，原因在于新设立企业以机械、化学等基础重工业为主，占地规模较大，导致单蜂巢企业数量较少。

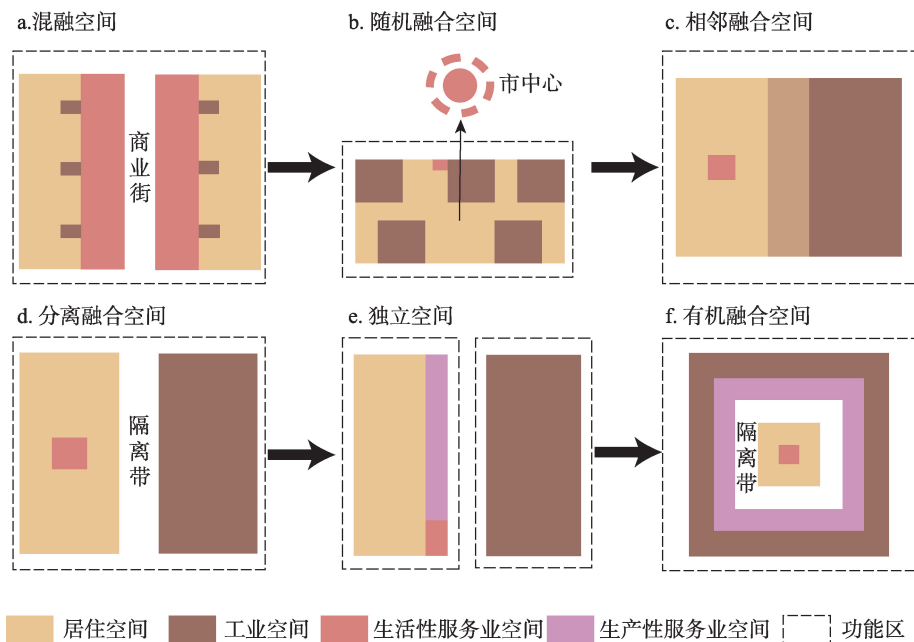


图7 扬州市居住-工业空间关联形态演化

Fig. 7 Evolution of spatial association form of residential-industrial space in Yangzhou

(2) 空间关联形态表现为“居住空间+工业空间”随机融合特征(图7b)。居住空间在域内呈不规则分布,一般以工业企业为核心,居住空间分布其周边。这是由于该时期居住空间多为单位社区,企业出于征地便利性和职工通勤方便考虑,更多选择企业的周边。多企业进行选址,导致了总体格局的随机性。

**5.1.3 单向居住-工业相邻融合扩张** 在福利住房与市场化双轨制前期(1979—1989年),两者空间关联可总结为单向居住-工业相邻融合扩张,关联强度有所下降,表现为相邻融合形态。

(1) 空间关联强度(图6中③)。随着宝塔湾工业区的逐步饱和,工业空间扩张转向外城区东北五里庙工业区,居住空间热点随之转向东部曲江和梅岭片区。① 蜂巢400 m居住空间包含率下降至50.7%,800 m居住空间包含率下降至80.9%,与上阶段相比分别下降12.1%和4.8%,两者差异明显。400 m居住空间包含率下降较快说明两者在微观上出现了显著分化趋势,而800 m居住空间包含率下降较慢说明在宏观格局上,两者仍保持了扩张方向的一致性。② 400 m单蜂巢工业居住空间比率下降至2.75,说明居住空间和工业空间的混合度逐步下降,居住空间开始具备独立空间形态。③ 400 m单蜂巢工业空间比率提升至1.15,说明随着市场经济体制改革的加速,占地较少的私营中小企业逐步增多。

(2) 空间关联形态表现为“居住空间+工业空间”相邻融合特征(图7c)。随着人民生活水平逐步提高,城市居民对人居环境要求显著提升,工业空间的环境负效应导致两者逐步分离。但由于通勤仍以自行车等人力工具为主,两者的相邻融合状态有利于降低通勤成本。

**5.1.4 单向居住-工业分离融合扩张** 在福利住房与市场化双轨制后期(1990—1998年),两者空间关联可总结为单向居住-工业分离融合扩张,空间关联强度持续下降,表现为分离融合形态。

(1) 空间关联强度(图6中④)。① 该阶段蜂巢400 m居住空间包含率持续下降至43.6%,微观空间关联度显著降低;800 m居住空间包含率下降至71.2%,仍然保持着较高水平,空间热点均由上阶段的东、北方向转为西南方向,保持着宏观扩张方向的一致性。② 400 m和800 m单蜂巢工业居住空间比率下降至2.56、4.43,说明两者空间融合度进一步下降。③ 400 m和800 m单蜂巢工业空间比率分别下降至1.12和1.64,这是由于该阶段外资企业大量进驻工业园区,由于外资企业占地规模较大,导致单蜂巢工业空间比率的相对下降。

(2) 空间关联形态表现为居住-工业空间的分离融合扩张(图7d)。该阶段城市居民对环境、公共服务有着更高的要求,而工业空间周边环境相对较差,导致居住空间和工业空间的融合程度进一步降低;同时,居住空间的规模扩大也使得学校、医院等公共服务设施规划建设在经济可行性更高。但该时期,通勤工具仍以自行车等人力交通工具为主,从通勤成本角度考虑,居住-工业空间仍保持着环境“推力”和通勤“拉力”的平衡。

**5.1.5 单向居住-工业独立扩张** 在住房体制市场化全面推进期(1999—2009年),两者空间关联可总结为单向居住-工业独立扩张<sup>[22]</sup>,空间关联强度下降至最低值,表现为空间独立形态。

(1) 空间关联强度(图6中⑤)。① 该阶段蜂巢400 m居住空间包含率急剧下降至29.2%,800 m居住空间包含率急剧下降至44.8%,分别比上阶段下降了14.4%和26.4%,扩张方向与服务业西向扩张一致,而工业空间无明显方向性,表明该阶段居住空间扩张动力已转为服务业空间。② 400 m和800 m单蜂巢工业居住空间比率降低至2.54和

4.41,说明居住-工业空间混合程度继续降低,两者的空间指向发生了明显分化。③ 400 m单蜂巢工业空间比率提升至1.18,说明随着所有制改革的逐步深入,占地规模较小的私营、集体企业数量占比越来越高。

(2)空间关联形态表现为居住-工业空间独立扩张(图7e)。①该阶段工业在经济发展中的重要性下降,就业吸纳能力有所降低。2008年,作为研究区主体的广陵区、邗江区工业比重已分别下降至57.56%、60.05%。工业对就业吸纳能力的下降,导致两者关联度有所降低。②城市居民对生活环境、服务业配套程度要求显著提高。该阶段扬州仍然处于重化工业化时期,“开发区热”持续升温,环保门槛相对较低。作为工业空间的集聚区域,工业园区环境污染较为严重,导致居住-工业空间邻避现象较上一阶段更为明显。③服务业空间热点与居住空间紧密融合。该阶段,服务业快速发展,作为研究区主体的广陵区和邗江区服务业比重分别达40.7%、35%,服务业的快速发展导致居住空间和服务业空间的关联日益紧密,邗上片区由于毗邻火车站、高速出入口,发展服务业优势突出,成为居住空间扩张新热点。

**5.1.6 多向产城有机融合扩张** 在住房体制市场化调整完善期(2010—2017年),两者空间关联可总结为多向产城有机融合扩张,关联强度有所提升,表现为居住空间、工业空间、服务业空间的融合形态。

(1)空间关联强度(图6中⑥)。①该阶段400 m蜂巢居住空间包含率下降至28.3%,两者在微观空间分离态势持续加深;但800 m蜂巢居住空间包含率急速提升至56.1%,宏观空间关联度有所增强,这是由于随着城市规模的扩张,居住和工业空间分离带来的城市通勤成本急速增加,而空间融合有助于降低通勤成本;同时随着产业转型升级,以电子为代表的低污染、低耗能产业占比提升,工业空间对居住空间的环境负外部性有所下降,两者相容性提升,促进了空间融合。400 m和800 m蜂巢居住空间包含率的差异,说明该阶段居住空间和工业空间呈现为“大尺度融合、小尺度分离”形态。②400 m单蜂巢工业居住空间比率上升至3.17,800 m单蜂巢工业居住空间比率上升至4.8,说明随着居住空间与工业空间的再度融合,蜂巢内部结构日趋复杂。③400 m单蜂巢工业空间比率提升至1.24,表明单蜂巢内企业数量增多,这一方面由于产业结构从机械、化学等重工业转向占地规模较小的电子等轻工业,另一方面是由于规模较大的国有企业逐步为经营更加灵活、用地更加集约的私营企业所取代。

(2)空间关联形态表现为居住-工业空间的有机融合(图7f),以中心型产城融合最为典型。该形态生活性服务业分布于功能区中部区域,外侧按圈层分别为居住空间、生产性服务业空间、工业空间,这种布局既降低了职工通勤成本,减小了工业空间的环境负外部性,也便于强化生产性服务业与工业之间的协作关系。

## 5.2 居住-工业空间关联模式

城市居住空间结构是城市地理学的研究热点,不少学者通过对中国城市的实证研究,提出了“圈层+扇形”“圈层+扇形+组团”等模式<sup>[23-25]</sup>。对处于工业化进程中的中国,不仅需要关注居住空间结构本身,更要从中长尺度深入研究工业化与城镇化的空间关系,通过扬州居住-工业空间的关联研究,可提出居住-工业空间关联结构模型(图8)。

**5.2.1 内城区** 内城区中央为生活性服务业,生活性服务业保留购物、餐饮等高等级商服职能,而生活服务等社区级商服职能随着人口的老龄化逐步萎缩。1949年前形成的内城区居住空间则出现了显著分化,部分学区条件优、自然环境好的地段被重新开发,出现了“绅士化”趋势,但学区条件一般、居住条件落后的居住空间,在生命周期作用下,人口持续老化,居住空间丧失活力(图8中①)。

**5.2.2 外城区** ① 随着城市规模扩大,外城区土地价值显著提高,计划经济时期形成的随机融合空间土地收储进程加速(图8中②),居住-工业空间关联性显著下降;部分老旧的单位社区空间被重新开发,配套了社区级服务业空间,居住空间与服务业空间关联度显著提升。② 福利住房与市场化双轨制前期形成的居住-工业相邻融合空间由于土地利用较为规整,征地拆迁难度较低,城市更新推进速度较快,工业空间完全消失(图8中③),街区“绅士化”进程加速。

**5.2.3 近郊区** ① 福利住房与市场化双轨制后期形成的居住-工业分离融合空间随着工业企业数量的增加,人口不断增长(图8中④),居住空间入住率随之提高,社区级服务业空间也得到了显著发展,空间关联日益强化,逐步演变为新的产城融合空间。② 住房体制市场化全面推进期形成的服务业融合居住空间在生产性服务业的带动下,两者关联程度持续提升(图8中⑤)。③ 城市边缘新出现的产城融合空间得到了显著发展,居住空间、工业空间、服务业空间呈现出紧密的空间关联关系(图8中⑥、⑦、⑧)。

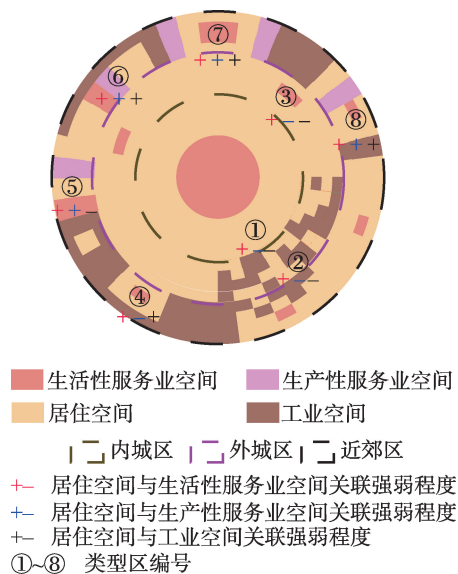


图8 扬州市居住-工业空间关联模式

Fig. 8 Urban residential-industrial spatial association model in Yangzhou

## 6 扬州市的居住-工业空间关联机理分析

### 6.1 居住空间建设主体

居住空间建设主体对居住空间区位选择与规模有较大影响。① 在计划经济时期,工业企业为居住空间建设主体,出于征地便利性和职工通勤方便考虑,居住空间多选择企业周边。由于居住空间选址由各企业独立决策,缺乏统一规划,导致单位社区交错布局,形成较为明显的工业、居住空间破碎化随机形态。② 在双轨制时期,居住空间由政府统一建设,出于公共服务设施配套因素,居住空间规模显著提高,并逐步与工业空间相分离。③ 在住房体制市场化时期,房地产企业成为居住空间建设主体。与企业、政府相比,房地产开发企业根据市场情况,供给多区位、多档次商品房,选址更趋向于学区、环境等要素,由此导致居住-工业空间出现了分离趋势。

### 6.2 工业空间产业类型

研究区工业结构经历了手工业-资本密集型-技术密集型企业转变过程,由此对居住-工业空间关联产生影响。① 1949年之前,研究区以手工业为主,居住空间与手工业、服务业空间紧密结合,能够最大限度降低通勤成本,紧密生产、销售链条,提升企业利润,因此,一般采取“前店后坊”的空间布局,居住空间和工业空间处于混融状态。② 在计划经济时期,研究区新建工业企业以化工、机械等资本密集型企业为主。资本密集型企业由于占地规模大、资金充裕,为职工提供了一定数量的居住空间,单位社区迅速发展。③ 技术密集型企业集中出现于21世纪初,集中于电子、信息等领域。技术密集型企业环境负外部性较小,与居住空间的相容性较高,因此两者空间关联较紧密<sup>[26]</sup>。



### 6.3 居民通勤条件

通勤成本随交通工具的变化经历高-低-高的发展历程。① 直至21世纪初,扬州居民出行仍以自行车为主。1985年,扬州市区平均每百户家庭自行车拥有量为195辆,至2000年,该数值为251辆。以普通自行车正常时速15 km,单程骑行阈值30分钟计算,工作通勤半径仅为7.5 km。在此背景下,居民通勤时间成本相对较高,导致居住空间和工业空间较高的关联度。② 2005年后,随着助力车逐步普及,居民通勤距离有了极大提升,通勤成本有所下降,至2009年,每百户家庭电动自行车拥有量为101.5辆,家用汽车8.5辆,该时期也是居住空间和工业空间关联度最弱的时期。③ 2017年,研究区家用汽车拥有量急速提升,每百户家庭家用汽车拥有量达33.4辆,城市拥堵现象加剧。在此背景下,家用汽车等快速交通工具并未能彻底缓解通勤问题,两者关联度再次提升。

### 6.4 外部空间的间接作用

外部空间主要体现在主导交通方式转变带来的空间关联变化(图6)。研究区对外交通方式经历了水运-公路-综合交通3个时期。① 改革开放前,城市对外交通主要依赖水运,工业空间沿古运河两岸集聚,由此导致宝塔湾-五里庙沿线成为居住空间和工业空间共同集聚区。② 1979—1998年,随着长江三角洲一体化进程加速,城市对外互动逐渐频繁,外部条件对居住空间布局影响增大。为加快与苏南经济区对接,城市西南设立扬州经济技术开发区,建设扬州港、宁扬一级公路等交通基础设施,与此相对应,工业空间逐步转向城市西南,居住空间热点也随之转移至外城区西部。③ 1999—2009年,研究区对外交通进一步改善,2004年宁启铁路扬州站、2005年润扬大桥分别建成通车。该阶段外向型经济快速发展,由于扬州站、润扬大桥等交通基础设施主要布局于城市西部,对外联系频繁的生产性服务业快速崛起,就业容量显著增长,成为城市发展新的增长极,加速了居住空间与工业空间的分离。④ 2010年后,高科技产业在高速公路出入口、高铁站等交通枢纽地区迅速集聚,形成了一批产城融合空间,如三湾片区、新城西区等。高科技产业的迅速发展,推动了人口集聚,促进了居住空间的发展。

## 7 结论

中华人民共和国建立后,绝大多数城市经历了快速工业化;改革开放后,伴随着工业化进程的加速,作为工业化载体的开发区更是对城市空间演化产生了重大影响。从某种程度而言,工业化是中国城市发展的核心动力。那么,不同历史时期的工业化进程中,居住空间和工业空间的关联关系如何变化,这是城市空间关联研究需要解决的首要问题。基于此,通过研究百年时间尺度下居住-工业空间在空间关联强度、空间关联形态的演化过程,解释了居住-工业空间关联的一般规律与机理,提炼了城市居住-工业空间关联模式,为中小城市产城融合发展提供理论依据。主要结论如下:

(1) 居住-工业空间关联强度。研究区居住-工业空间经历了强-弱-强的演化过程。1949年前、计划经济时期(1949—1978年)、住房体制市场化调整完善期(2010—2017年)关联度相对较高,福利住房与市场化双轨制时期(1979—1998年)、住房体制市场化全面推进期(1999—2009年)关联度相对较低。这是由于早期工业空间对居住空间扩张起主导作用;住房体制市场化之后,工业空间主导作用一度为服务业所取代;近年来,随着工业企业转型升级,工业空间对居住空间的环境负外部性有所下降,加之两类空间分离带来通勤成本的急速增加,导致居住-工业空间关联度再次提升。

(2) 居住-工业空间关联形态。各历史时期分别表现为混融同心圆、单向居住-工业

随机融合扩张、单向居住-工业相邻融合扩张、单向居住-工业分离融合扩张、单向居住-工业独立扩张、多向产城有机融合扩张形态,体现了自由无序-规整有序的渐进过程。单向居住-工业分离融合扩张、单向居住-工业独立扩张两阶段形成的居住空间与工业空间关联度相对较低,如单向居住-工业分离融合扩张过程中形成了“有产无城”的开发区,单向居住-工业独立扩张形成了“有城无产”的“新城”。由此可见,党的十九大报告提出的“房住不炒”就是要坚持居住空间服务于产业发展这一总基调,这就要求通过产业空间特别是工业空间与居住空间的紧密融合,缓解城市通勤等“城市病”,进而实现工业化带动城市化,城市化促进现代化的总目标<sup>[27]</sup>。

(3) 居住-工业空间关联机理。不同居住空间建设主体由于服务对象不同,项目选址、规模和配套也有所不同,进而影响了居住空间和工业空间的关联关系;不同工业类型也会对空间关联产生影响,一般而言,工业企业负外部性越小,两者关联度越高;交通工具通过通勤成本影响关联关系,通勤成本越高,两者关联度越高;外部空间主要体现在主导交通方式转变带来的空间关联变化,外部空间通过影响产业空间,进而引致居住空间的宏观变动,由此形成了外部空间-产业空间(工业、服务业)-居住空间的关联演化链条。

**致谢:** 真诚感谢匿名评审专家在论文评审中所付出的时间和精力,评审专家对本文居住-工业空间关联研究思路、模式提取、结论梳理方面的修改意见,使本文受益匪浅。

## 参考文献(References)

- [1] 丛海彬, 邹德玲, 刘程军. 新型城镇化背景下产城融合的时空格局分析: 来自中国285个地级市的实际考察. *经济地理*, 2017, 37(7): 46-55. [Cong Haibin, Zou Deling, Liu Chengjun. Analysis of spatial-temporal pattern of city-industry integration against the perspective of a new kind of urbanization. *Economic Geography*, 2017, 37(7): 46-55.]
- [2] 史官清, 张先平, 秦迪. 我国高铁新城的使命缺失与建设建议. *城市发展研究*, 2014, 21(10): 1-5. [Shi Guanqing, Zhang Xianping, Qin Di. The missing missions and constructive proposal of China's HSR new town. *Urban Development Studies*, 2014, 21(10): 1-5.]
- [3] 邹卓君, 郑伯红. 高铁站区与城郊产业园区协同发展研究: 以京沪、京广高铁沿线城市为例. *经济地理*, 2017, 37(3): 136-143. [Zou Zhuojun, Zheng Bohong. A study on coordinated development of high-speed rail station area and suburban industry park: A case study of cities along Beijing-Shanghai, Beijing-Guangzhou high-speed rail. *Economic Geography*, 2017, 37(3): 136-143.]
- [4] 韩会然, 杨成凤, 宋金平. 城市居住与就业空间关系研究进展及展望. *人文地理*, 2014, 29(6): 24-31. [Han Huiran, Yang Chengfeng, Song Jinping. Progress and prospect of jobs-housing spatial relationship research. *Human Geography*, 2014, 29(6): 24-31.]
- [5] Walker R. Industry builds the city: The suburbanization of manufacturing in the San Francisco Bay Area, 1850-1940. *Journal of Historical Geography*, 2001, 27(1): 36-57.
- [6] Clark W A V, Huang Y, Withers S. Does commuting distance matter? Commuting tolerance and residential change. *Regional Science & Urban Economics*, 2003, 33(2): 199-221.
- [7] Clark W A V, Withers S D. Changing jobs and changing houses: Mobility outcomes of employment transitions. *Journal of Regional Science*, 2010, 39(4): 653-673.
- [8] 柴彦威. 以单位为基础的中国城市内部生活空间结构: 兰州市的实证研究. *地理研究*, 1996, 15(1): 30-38. [Chai Yanwei. Danwei-based Chinese cities' internal life-space structure-a case study on Lanzhou City. *Geographical Research*, 1996, 15(1): 30-38.]
- [9] 塔娜, 柴彦威, 刘志林. 单位社区杂化过程与城市性的构建. *人文地理*, 2012, 27(3): 39-43. [Ta Na, Chai Yanwei, Liu Zhilin. Hybridization of Danwei neighborhood and the emergence of urbanism. *Human Geography*, 2012, 27(3): 39-43.]
- [10] 张济婷, 周素红. 转型期广州市居民职住模式的群体差异及其影响因素. *地理研究*, 2018, 37(3): 564-576. [Zhang Jiting, Zhou Suhong. The diversity of different groups' job-housing patterns and their impact factors under the background

- of institutional transformation: A case study of Guangzhou, China. *Geographical Research*, 2018, 37(3): 564-576.]
- [11] 史新宇. 基于多源轨迹数据挖掘的城市居民职住平衡和分离研究. *城市发展研究*, 2016, 23(6): 142-145, 149. [Shi Xinyu. Research on the employment and residence balance and separation of urban residents based on multi-source trajectory data mining. *Urban Development Studies*, 2016, 23(6): 142-145, 149.]
- [12] 张雪, 柴彦威. 基于结构方程模型的西宁城市居民通勤行为及其影响因素. *地理研究*, 2018, 37(11): 2331-2343. [Zhang Xue, Chai Yanwei. Influencing factors of residents' commuting behavior in Xining: A SEM analysis using activity-travel diary survey data. *Geographical Research*, 2018, 37(11): 2331-2343.]
- [13] 申庆喜, 李诚固, 周国磊, 等. 2002—2012年长春市城市功能空间耦合研究. *地理研究*, 2015, 34(10): 1897-1910. [Shen Qingxi, Li Chenggu, Zhou Guolei, et al. The coupling of functional urban spaces: A case study of Changchun from 2002 to 2012. *Geographical Research*, 2015, 34(10): 1897-1910.]
- [14] 柴彦威, 刘天宝, 塔娜, 等. 中国城市单位制研究的一个新框架. *人文地理*, 2013, 28(4): 1-6. [Chai Yanwei, Liu Tianbao, Ta Na, et al. A new framework of urban Danwei system study in China. *Human Geography*, 2013, 28(4): 1-6.]
- [15] 张逸姬, 甄峰, 罗桑扎西, 等. 基于多源数据的城市职住空间匹配及影响因素研究. *规划师*, 2019, 35(7): 84-89. [Zhang Yiji, Zhen Feng, Luosang Zhaxi, et al. Urban working-housing balance and influencing factors based on multi-source data. *Planners*, 2019, 35(7): 84-89.]
- [16] 申庆喜, 李诚固, 周国磊. 基于工业空间视角的长春市1995—2011年城市功能空间耦合特征与机制研究. *地理科学*, 2015, 35(7): 882-889. [Shen Qingxi, Li Chenggu, Zhou Guolei. Coupling characteristics and mechanism of urban functional space of Changchun based on the perspective of industrial space in 1995-2011. *Scientia Geographica Sinica*, 2015, 35(7): 882-889.]
- [17] 焦华富, 胡静. 芜湖市就业与居住空间匹配研究. *地理科学*, 2011, 31(7): 788-793. [Jiao Huafu, Hu Jing. Spatial match between employment and housing in Wuhu City, Anhui Province of China. *Scientia Geographica Sinica*, 2011, 31(7): 788-793.]
- [18] 申庆喜, 李诚固, 胡述聚. 长春市居住与工业空间演进的耦合性测度及影响因素. *人文地理*, 2017, 32(1): 62-67. [Shen Qingxi, Li Chenggu, Hu Shuju. The coupling measure and driving forces of the evolution of residential and industrial space in Changchun. *Human Geography*, 2017, 32(1): 62-67.]
- [19] 周春山, 叶昌东. 中国城市空间结构研究评述. *地理科学进展*, 2013, 32(7): 1030-1038. [Zhou Chunshan, Ye Changdong. Progress on studies of urban spatial structure in China. *Progress in Geography*, 2013, 32(7): 1030-1038.]
- [20] 鲁春阳, 杨庆媛, 靳东晓, 等. 中国城市土地利用结构研究进展及展望. *地理科学进展*, 2010, 29(7): 861-868. [Lu Chunyang, Yang Qingyuan, Jin Dongxiao, et al. Research progress and prospects of the researches on urban land use structure in China. *Progress in Geography*, 2010, 29(7): 861-868.]
- [21] Mitchel A. E. *The ESRI Guide to GIS analysis, Volume 2: Spatial measurements and statistics*. *Esri Guide to GIS Analysis*, 2005: 49-56.
- [22] 周素红, 刘玉兰. 转型期广州城市居民居住与就业地区位选择的空间关系及其变迁. *地理学报*, 2010, 65(2): 191-201. [Zhou Suhong, Liu Yulan. The situation and transition of jobs-housing relocation in Guangzhou, China. *Acta Geographica Sinica*, 2010, 65(2): 191-201.]
- [23] 冯建, 周一星. 北京都市区社会空间结构及其演化(1982—2000). *地理研究*, 2003, 22(4): 465-483. [Feng Jian, Zhou Yixing. The social spatial structure of Beijing metropolitan area and its evolution (1982-2000). *Geographical Research*, 2003, 22(4): 465-483.]
- [24] 廖邦固, 徐建刚, 宣国富, 等. 1947—2000年上海中心城区居住空间结构演变. *地理学报*, 2008, 63(2): 195-206. [Liao Banggu, Xu Jiangang, Xuan Guofu, et al. Evolution of residential space structure in Shanghai central city based on land use: 1947-2000. *Acta Geographica Sinica*, 2008, 63(2): 195-206.]
- [25] 周春山, 罗仁泽, 代丹丹. 2000—2010年广州市居住空间结构演变及机制分析. *地理研究*, 2015, 34(6): 1109-1124. [Zhou Chunshan, Luo Renze, Dai Dandan. Evolution and mechanism of the residential spatial structure from 2000 to 2010 in Guangzhou. *Geographical Research*, 2015, 34(6): 1109-1124.]
- [26] 王丹, 方斌, 陈正富. 基于社区尺度的互联网企业空间格局与演化: 以扬州市区为例. *经济地理*, 2018, 38(6): 133-141. [Wang Dan, Fang Bin, Chen Zhengfu. Spatial pattern and evolution of Internet companies based on community scale: A case study of Yangzhou. *Economic Geography*, 2018, 38(6): 133-141.]
- [27] 叶昌东, 周春山, 刘艳艳. 近10年来广州工业空间分异及其演进机制研究. *经济地理*, 2010, 30(10): 1664-1669. [Ye Changdong, Zhou Chunshan, Liu Yanyan. The industrial spatial differentiation and its evolution mechanism of Guangzhou in recent ten years. *Economic Geography*, 2010, 30(10): 1664-1669.]

## Evolution and mechanism analysis of residential-industrial spatial association in Yangzhou city in recent 100 years

WANG Dan<sup>1,2</sup>, FANG Bin<sup>1</sup>, LI Xin<sup>1</sup>

(1. School of Geography Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210046, China; 2. Department of Resource & Environment Engineering, Yangzhou Polytechnic College, Yangzhou 225009, Jiangsu, China)

**Abstract:** Spatial association is fundamental in understanding the theory and reality of the city-industry integration. This paper investigated the association between residential and industrial space based on historical maps and other data. Hot spot analysis and honeycomb grid method were used to quantify the association. The association was also analyzed at micro level to reveal its general mechanisms, and long-term and micro-level pattern. The results show that: (1) there is significant spatio-temporal association between the residential and industrial space, which experienced an evolution process featured by a strong-week-strong pattern. The two kinds of space were highly integrated before 1949 and planned economy period, but were gradually separated during the double-track period and the market economy. There is a new trend of the city-industry integration of residential, industrial and service space during the last decade driven by industrial upgrading. (2) The spatial pattern of the residential-industrial association transformed from arbitrary and irregular to consistent and regular, which reflected the transforming process of the residential space from industry-dependent to residence-dominant. (3) The evolution of the spatial association between residential and industrial space was driven by four major factors: the main body of residential space construction, industrial types, commuting conditions, and the influence of external space.

**Keywords:** city-industry integration; residential space; industrial space; spatial association; honeycomb grid method; Yangzhou