

大城市近郊区产业类型对就业人口流动的差异化影响 ——以武汉市为例¹

严雪心^{1, 2}, 周婕^{1, 2}, 盛富斌³, 牛强^{※1, 2}

(1.武汉大学 城市设计学院, 中国湖北 武汉 430072; 2.湖北省人居环境工程技术研究中心, 中国湖北 武汉 430072; 3.浙江大学城乡规划设计研究院有限公司, 中国浙江 杭州 310030)

【摘要】: 文章以武汉市为例, 利用手机信令数据、土地利用数据及遥感影像数据等多源时序大数据, 识别近郊区主要就业中心及其主导产业, 并提出从就业人口流动的数量、强度和方向3个方面构建就业人口流动评价指标体系。首先通过净活跃度与总活跃度测度就业人口流动的数量, 并结合全局莫兰指数、Getis-ord G_i^* 指数识别就业人口流动的空间特征, 然后采用就业人口流动强度识别不同产业类型对就业人口流动强度影响的差异, 最后通过标准差椭圆识别不同产业类型对就业人口流动方向及范围影响的差异。研究表明: 武汉市近郊区整体呈现就业人口向近郊区各就业中心流动的趋势, 但各就业中心间就业人口活跃度差异较为显著。光芯屏端网、生物医药及信息技术产业是武汉市近郊区就业人口流动强度最大的产业, 吸引范围主要涵盖高等院校密集的地区; 汽车制造和服务业就业人口流动强度较大, 但其吸引范围相对较小; 航运物流与航空物流产业发展迅捷, 其就业人口流动强度正逐步增强, 受地理区位制约, 其就业吸引范围最广; 建筑业、装备制造业、智能制造业就业人口流动强度则呈现逐年减弱的趋势, 部分地区甚至出现人口净流出 的现象, 其就业吸引范围也较小。

【关键词】: 产业类型; 就业人口流动; 时序多源大数据; 差异化影响; 信息技术产业; 高校密集区; 武汉市近郊区

【中图分类号】: F241.4 **【文献标志码】**: A **【文章编号】**: 1000 - 8462 (2023) 10 - 0063 - 12

DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2023.10.007

经历了过去四十余年快速城市化进程, 我国城镇化率由 1978 年的 17.9% 激增至 2022 年的 65.22%, 至 2022 年末, 我国城市建成区面积已达 6.24 万 km², 城镇常住人口达 9.21 亿[1]。当前, 大城市大多进入跨越式城市空间扩展期, 城市建设快速发展, 面对城市可发展土地资源、交通条件、环境承载力等因素的多重压力, 人口和产业逐渐向城市近郊区疏解[2,3]。此外, 由于我国许多省份陆续出台政策, 要求凡新建、引进的项目和企业原则上应入产业园区选址发展, 而大城市的产业园区多位于城市近郊区, 这使得近郊区成为推动中国大城市经济进一步增长、实现高质量转型的重要承载地, 经济增长速度也逐步跟上甚至超过中心城区[4]。随着产业和人口向近郊区的迅速集聚, 产业空间布局调整使得近郊区成为中国大城市就业人口流动最为频繁的区域[5,6]。世界各国就业人口流动的发展规律表明, 就业人口流动在很大程度上受城市产业布局的影响, 并在不同产业间呈现出显著的差异[7,8,9]。由于我国大城市近郊区产业布局也存在显著差异, 使得我国近郊区不同区域可能也会呈现出不同的就业人口流动

¹ 收稿时间: 2023 - 03 - 16; 修回时间: 2023 - 07 - 25

基金项目: 国家自然科学基金项目 (52278075); 国家留学基金委国家高水平大学建设项目 (202106270077)

作者简介: 严雪心 (1993—), 女, 博士, 研究方向为大数据在城市规划中的应用、土地利用与交通规划。

E-mail: yan.xuexin902@whu.edu.cn

※通讯作者: 牛强 (1978—), 男, 博士, 教授, 研究方向为大数据在城市规划中的应用、数字规划设计、信息时代规划新理论。E-mail: niuqiang@whu.edu.cn

特征[10]。因此，解析近郊区产业类型对就业人口流动的影响差异，有助于更好地预测近郊区不同产业集聚区人口增长速度及发展规模，对制定合理的就业人口引导措施、公共服务设施布局及实现产城融合均具有重要意义[11,12,13]。

就业人口流动的相关研究主要从宏观尺度围绕影响就业人口流动的要素展开，进而解释就业人口在区域之间的流动特征。现有研究从国际就业人口流动发现，人口流出地与流入地间的经济水平、就业机会、薪资水平、教育及医疗水平是影响就业人口流动的重要影响因素，就业人口整体上呈现出经济落后国家向经济发达国家、农村向城市迁移的趋势。从我国省际层面来看，改革开放后沿海地区出口导向型制造业快速增长，城市建设和服务业发展迅猛，对廉价劳动力的需求急剧增加，使得我国就业人口总体上呈现出由中西部经济相对落后地区向东南沿海经济发达地区转移，直至今日这一总体迁移特征仍未发生根本性改变[14,15]。以往的研究主要集中在国际、省际等宏观层面，很少有研究关注城市内部小尺度的就业人口流动。然而，微观层面就业人口流动对城市区域的发展影响可能更为显著。尤其是在当前我国大城市普遍处于快速郊区化发展的背景下，不同产业在郊区大幅度增长，致使就业人口郊区化态势显著[16]。但是，现有研究对近郊区产业类型对就业人口流动的影响关注较少。

此外，在已有就业人口流动的研究中，各级政府的统计年鉴或问卷调查数据是最常用的数据。通过这些数据研究发现，不同产业类型对就业人口流动的影响存在显著差异[17]。总的来看，第二、三产业对就业人口的吸引力更强，但第二、三产业中不同产业类型对就业人口的吸引存在显著差异[6,10,11,18]。例如1980年代，波士顿和纽约等城市由于金融业和高科技产业的发展吸引了大量就业人口，而底特律和克利夫兰等城市则由于发展同质的传统制造业而导致大量就业人口流失[7]。这些研究较好地反映了不同产业对就业人口的净增长或净流失的作用，但由于这些传统数据难以反映大范围就业人口的个体流动状况，因而无法探索不同产业对就业人口流动作用强度及总就业人口流动的影响，致使无法了解不同产业如何影响人口结构的转变，从而难以准确指导规划实践。例如一个地区绅士化运动前后就业人口净流动较小，但总就业人口流动数量巨大，区域人口结构已发生了重大转变。随着信息技术的快速发展，手机信令等个体定位海量数据为研究就业人口流动的影响提供了全新的数据基础[19]。例如刘耀林等基于手机信令数据识别城市内部就业人口职住地及其通勤流动特征，并发现就业势能是引起就业人员通勤流动的核心要素，可达性、空间邻近性等因素也会对其造成影响[20]。谢智敏等利用手机信令数据来识别南京市就业人口空间分布特征及其影响因素，并融合多源数据手段分析其影响因素[21]。此外，牛强等基于手机信令大数据提出的居住迁移净活跃度、总活跃度方法，更为精细地刻画了人口流动的空间分异特征，对于就业人口流动同样适用[22]。但现有使用手机信令数据的研究多基于特定时间收集的截面数据，难以解释不同产业长时间对就业人口吸引的变化[23]。已有研究表明，随着城市发展的变化，不同产业对就业人口的吸引也会随之发生改变[24]。因此，有待使用长时间的纵向数据获得更为严谨的结论。

综上所述，已有文献对就业人口流动进行了大量研究，并取得了丰富的成果，但在以下3个方面略显不足：(1)现有研究多侧重宏观方面的研究，对微观层面的关注相对较少。在我国大城市处于快速郊区化背景下，有必要对郊区就业人口流动展开深入研究。(2)现有研究多使用的统计年鉴或问卷调查数据由于缺乏就业人口个体特征，难以反映不同产业就业人口流动强度的差异。考虑到一些产业就业人口流动性较大，使用细颗粒度基于就业人口个体的数据有望获得更为深入的结论。(3)现有大多数基于截面数据的研究结果虽证实了不同产业对就业人口流动的影响，但考虑到不同时期城市发展的变化，同一产业在不同时段对就业人口的吸引可能存在显著差异。

基于此，本文以武汉市近郊区作为研究对象，基于武汉市2017—2019年手机信令数据，通过就业人口空间聚类与就业人口密度识别近郊区就业中心位置和面积。在此基础上融合土地利用现状数据与遥感影像数据等多源大数据，识别各就业中心主导产业类型。通过空间相关性分析、网络分析与标准差椭圆，从就业人口的总量、流动强度与吸引范围3个方面，解析近郊区产业类型对就业流动的差异化影响。基于微观层面细颗粒度的纵向数据，有助于更为深入地了解近郊区不同产业类型对就业人口的持续性影响，研究结果可为实现近郊区产城融合、合理布置公共服务设施提供参考。

1 研究区、数据来源与研究方法

1.1 研究区范围

本文以武汉市近郊区作为研究对象。武汉市中心城区包含三环以内的核心区，是武汉市人口、产业密集度最高的区域，近郊区包括光谷副城、临空副城、车都副城、东部新城组群、西部新城组群、南部新城组群及长江新城七大组团，共含乡、镇、街道、农场共 28 个。作为我国中部地区最大的城市，随着城市化水平的不断提高，与我国其他大城市一样，武汉市也进入了快速郊区化的过程。近郊区成为武汉市近年来产业转型发展的核心区域，光芯屏端网、生物医药、汽车制造等武汉市核心产业均落户近郊区。随着一大批重点产业的入驻，近郊区对人口的吸引力大幅提升。根据第七次人口普查数据，武汉市中心城区人口逐步疏散，近郊区人口迅速增长。因此，以武汉市近郊区为例，可以较好地反映我国大城市近郊区产业及就业人口的流动，为类似地区提供参考。

1.2 数据来源与预处理

本研究中使用的数据主要包括：(1)2017—2019 年每年六月由联通智慧足迹数据平台提供的武汉市联通手机信令数据，其记录了用户唯一识别号、用户个体基本属性、位置经纬度、位置点类型等信息；(2)2017—2019 年由地理空间数据云获取的武汉市遥感影像数据，用于辅助研判各就业中心空间分布；(3)2016 年武汉市土地利用现状矢量数据，包括用地编码、用地类型、用地面积等信息，2016—2019 年武汉市中心城区土地利用变化较小[25]。数据的预处理主要包括就业中心识别、各就业中心主导产业类别划分及就业人口流动识别 3 个方面。

1.2.1 就业中心识别

联通智慧足迹数据平台通过不同时段用户所处时长和停留频次，将用户位置点类型判断为居住、就业和到访 3 种。本文选取武汉市都市发展区中的常住用户，将其工作日 9:00~17:00 累加驻留时间最长且不是居住单元的位置，标记为其就业地点。依据武汉市手机基站覆盖情况，将研究范围划分为 1 km×1 km 网格，由此计算近郊区每个单元网格就业人口总量密度，采用自然间断点分级法，将就业人口密度分为 5 个等级，得到就业人口密度空间分布。在局部空间自相关分析的基础上，考虑就业人口密度、总量和面积大小，共识别出各近郊区组团 10 个就业中心（图 1），按照就业中心面积与强度来看，由大到小依次为：豹澥>沌口>吴家山>武钢>蔡甸一中法新城>纸坊>阳逻>未来城>空港>长江新城。

1.2.2 就业中心主导产业类别划分

在识别就业中心的基础上进一步对各就业中心产业类型进行划分。首先，将识别出来的就业中心位置与土地利用现状图、产业地图与遥感影像地图进行空间叠加。其中，武汉市产业地图是由武汉市发展改革委员会于 2021 年正式发布，该图标注了武汉市各个区重点产业的空间分布，并指出了各个区未来的产业规划布局。通过土地利用现状数据，可统计各就业中心用地结构特征（图 2），研判主要产业用地类型。此外，结合产业地图数据与遥感影像数据，可识别各就业中心现状主导产业类型与规划主导产业类型（表 1）。

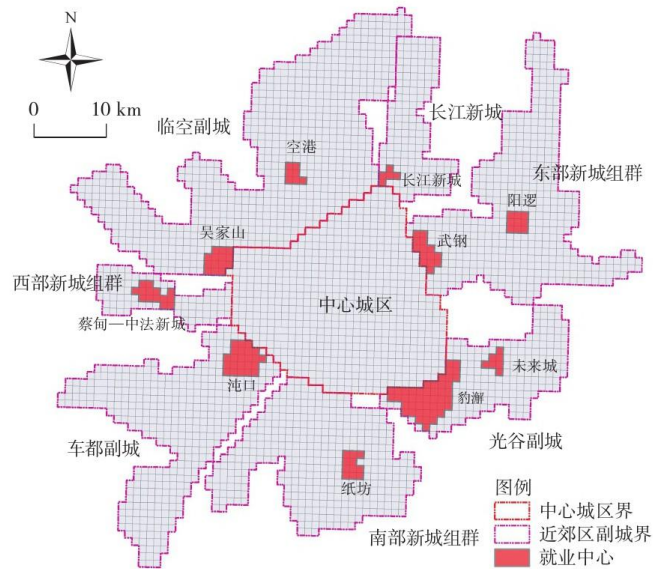


图1 就业中心范围分布图

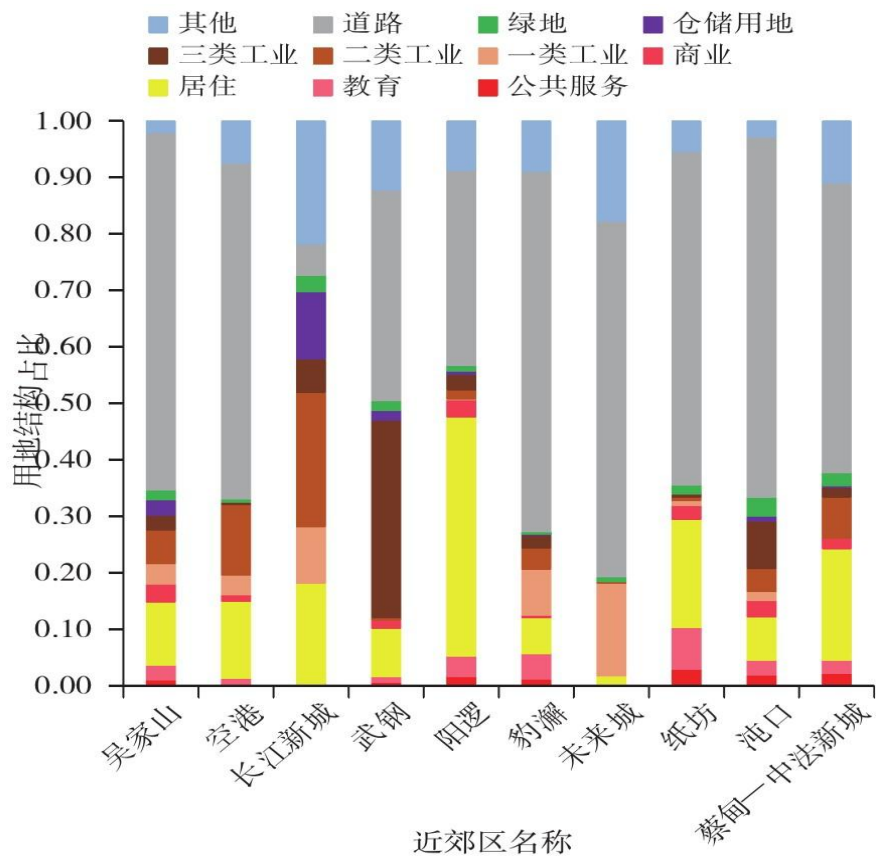


图2 各就业中心土地使用结构

1.2.3 就业人口流动识别

参照王德等人对上海居住人口迁移的识别方法[26]，使用手机信令数据，基于用户唯一识别号，识别出同一用户在不同年份的就业网格单元（为了排除异常值的干扰，将工作居民年龄限定为18~65岁），进而通过比较就业地，识别就业人口流动。

1.3 分析方法

参考现有研究[27,28,29]，从就业人口流动的数量、强度和方向3个方面构建就业人口流动评价指标体系。首先，采用总活跃度来表示各就业中心就业人口流动的总量，总活跃度指一定时期内就业中心中就业人口迁入和迁出的总和，是人口学中测度某地区人口流动的重要指标；采用净活跃度来表示各就业中心对就业人口的吸引力，净活跃度指一定时期内各就业中心中就业人口迁入人数与迁出人数的差值，值越大，表示该就业中心的吸引力越大；采用全局莫兰指数及Getis-ord G_i^* 指数，探索各就业中心不同产业对就业人口分布的影响结果。

净活跃度和总活跃度的公式表达式如下[22]:

$$P_i = I_i - O_i \quad (1)$$

$$T_i = I_i + O_i \quad (2)$$

式中： P_i 为就业中心*i*的净活跃度； T_i 为就业中心*i*的总活跃度； I_i 为就业中心*i*就业人口迁入人数； O_i 为就业中心*i*的就业人口迁出人数。

表1 近郊区十大就业中心主导产业

就业中心名称	现状主导产业	规划主导产业
吴家山	物流业、装备制造	网络安全、装备制造、新型显示
空港	物流业	新型显示、现代物流、健康食品
长江新城	暂未形成规模效应	大健康和生物技术、人工智能、现代金融、文化创意、商贸物流
武钢	建筑业、智能制造业	先进基础材料、智能制造业、氢能
阳逻	航运物流业、建筑业	航空航天、航运物流业、智能制造、建筑业
豹解	“光芯屏端网”新一代信息技术、生物医药	“光芯屏端网”新一代信息技术、生物医药、人工智能、直播电竞
未来城	信息技术产业、生物医药	信息技术产业、生物医药、空天信息、量子科技

纸坊	汽车制造和服务、大健康、装备制造业	汽车制造和服务、大健康、装备制造业、光电子信息
沌口	汽车制造和服务、新材料	新能源和智能网联汽车、新能源、新材料、智能家居、通用航空、生命健康
蔡甸一中法新城	汽车及零部件、智能制造	汽车及零部件、智能制造、生态旅游

其次，选取流动强度来评价就业人口流动的强度，流动强度指净迁入就业人数与就业总人数的比值，反映各就业中心不同产业发展过程中新增就业人口所占的比例，值越大，表明新增就业人口所占的比重越高[29]。

$$S_i = \frac{I_i - O_i}{L_i} \quad (3)$$

式中： S_i 为就业中心 i 的流动强度； I_i 为就业中心 i 就业人口迁入人数； O_i 为就业中心 i 的就业人口迁出人数； L_i 为就业中心 i 的期末就业总人数。

最后，通过标准差椭圆的外部形态，分析不同产业类型对就业人口吸引范围、吸引方向的影响。

2 研究结果

2.1 各就业中心就业人口流动数量

图 3 展示了 2017—2019 年武汉市近郊区各就业中心的总活跃度。总的来看，各就业中心总活跃度的均值在 2017—2018 及 2018—2019 年分别为 26342 与 32794 人，各就业中心总活跃度均呈现上升的趋势，但各就业中心总活跃度总数及增长趋势存在显著差异。具体来看，以“光芯屏端网”新一代信息技术及生物医药等高新技术为主导的豹澥就业中心总活跃度最高，也是总活跃度增长最大的就业中心，就业人口流动总活跃度在两个时段分别达到了 110003 与 136650 人。以汽车制造和服务为主导的沌口及以物流业与装备制造业为主导的吴家山是总活跃度排名第二与第三的就业中心，每年的就业人口总活跃度也均超过了平均值。相比而言，其他就业中心总活跃度则相对较低，均未达到平均值。其中，暂未形成规模效应的长江新城是总活跃度最低的就业中心，在 2017—2018 及 2018—2019 年分别为 2699 与 3523 人。从总活跃度的增长幅度来看，以建筑业及智能制造业为主导的武钢是增长幅度最小的就业中心，在 2017—2018 及 2018—2019 年分别为 14502 与 14864 人，仅增长 362 人。

图 4 展示了 2017—2019 年武汉市近郊区各就业中心的净活跃度。总的来看，各就业中心净活跃度均值在 2017—2018 及 2018—2019 年分别为 3262 与 3193 人，大部分的就业中心净活跃度呈现持续扩大的趋势，但也有部分就业中心净活跃度呈现显著下降的趋势。具体来看，以“光芯屏端网”新一代信息技术及生物医药等高新技术为主导的豹澥及以汽车制造和服务为主导的沌口是净活跃度最高的两个就业中心，且净活跃度均超过了平均值。其中，豹澥就业中心的净活跃度分别达到了 15205 与 11442 人，是净活跃度最高的就业中心；沌口就业中心的净活跃度也分别达到了 6071 与 5734 人，是净活跃度排名第二的就业中心。但以物流业及装备制造业为主的吴家山净活跃度呈现大幅下降的趋势，在 2017—2018 及 2018—2019 年分别为 6301 与 -878 人。此外，以建筑业及智能制造业为主导的武钢净活跃度也呈现出显著的下降趋势，在 2017—2018 及 2018—2019 年分别为 1332 与

-970人。相比而言，以汽车制造和服务为主导的纸坊及蔡甸一中法新城净活跃度均呈现出显著的增长趋势。其中，纸坊净活跃度在2017—2018及2018—2019年分别为631与6413人，是净活跃度增长最显著的就业中心。蔡甸一中法新城净活跃度在2017—2018及2018—2019年分别为418与2480人，净活跃度增长幅度也十分显著。此外，以信息技术产业及生物医药产业为主导的未来城净活跃度增长也十分明显，在2017—2018及2018—2019年分别为708与3489人，是近郊区净活跃度增长第二的就业中心。

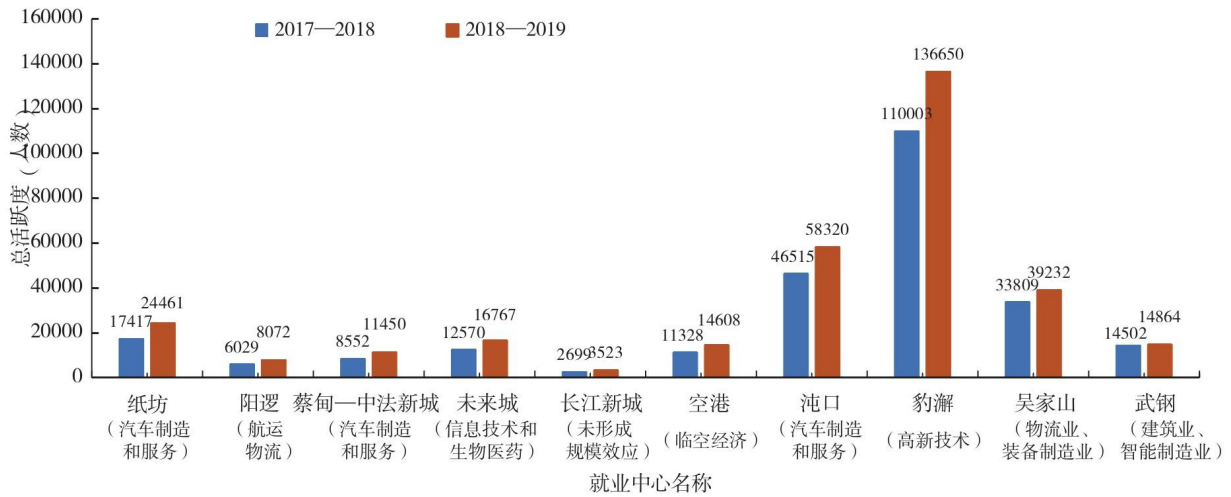


图3 各就业中心总活跃度

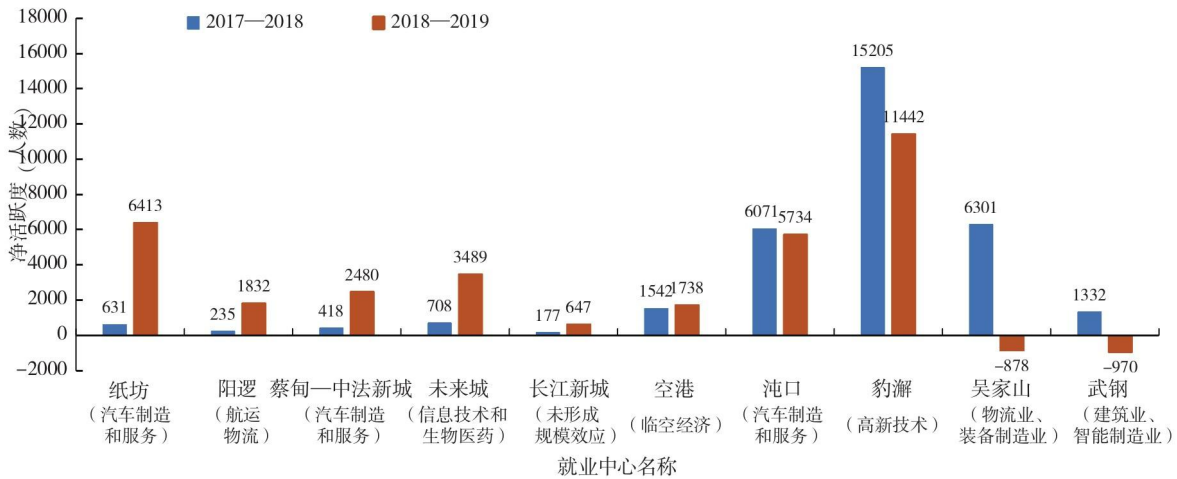


图4 各就业中心净活跃度

为了解各就业中心就业人口流动的总空间特征，根据各就业中心净活跃度的邻接关系，结合 ArcGIS10.7 建立邻接规则权重矩阵，利用该矩阵分别计算 2017—2018、2018—2019 年净活跃度的莫兰指数估计值，并采用 Z 值法对空间自相关的显著性进行检验。由表 2 可发现：2017—2018 年 Moran's I 和 Z(I) 分别为 0.8009、60.4714，2018—2019 年 Moran's I 和 Z(I) 分别为 0.7605、57.4216。两个年份的测度指标均在 0.05 置信水平下通过高水平显著性检验，表明各就业中心人口流动呈现出较强的全局空间正相关，一直维持空间集聚状态。通过计算研究范围内 3013 个单元网格就业流动统计特征，得到各单元网格净活跃度数据标准差

(2017—2018年: 266.56;2018—2019年: 454.07;2017—2019年: 433.03)均远大于均值(2017—2018年: 71;2018—2019年: 21;2017—2019年: 91),说明单元网格间就业流动离散程度较大,就业人员流动分布不均衡;数据中位数(2017—2018年: 7;2018—2019年: 3;2017—2019年: 10)均小于均值,偏离系数2017—2018年大于0(4.00),2018—2019年小于0(-0.18),2017—2019年大于0(2.53),总体上来看呈现正偏态分布,表现为部分单元网格净活跃度较高。

表2 就业人口流动莫兰指数估计值

年份	Moran's <i>I</i>	<i>E</i> (<i>I</i>)	<i>Z</i> (<i>I</i>)	<i>P</i>
2017—2018	0.8009	-0.0003	60.4714	< 0.001
2018—2019	0.7605	-0.0003	57.4216	< 0.001

为进一步探索就业人口流动带来的人口空间聚集位置的变化,采用 ArcGIS10.7,基于 Getis-ord G_i^* 计算出武汉市就业人口2017、2018及2019年局部 G_i^* 统计量,并依据 Jenks 断裂法将其从高到低分为热点区、次热点区、次冷点区、冷点区四大类,从而生成就业人口的空间格局图(图5),进而比较就业人口流动带来的人口空间格局变化。从图5中可以看出,总体而言,大部分就业中心3个年份的就业人口在热点区呈现出较为强劲的空间集聚变化,表现为热点区域沿原有热点向周边呈组团状扩展。

2.2 各就业中心就业人口流动强度

图6显示,各就业中心就业人口流动强度均值在2017—2018及2018—2019年分别为0.166与0.216,大部分的就业中心就业人口流动强度呈现持续扩大的趋势,但也有部分就业中心呈现显著下降的趋势,并且大部分就业中心就业人口流动强度波动较大。具体来看,以物流业等临空经济为主的空港是就业人口流动强度较为稳定的就业中心,且呈现持续扩大的趋势,其就业人口流动强度在2017—2018及2018—2019年分别为0.240与0.213。相比而言,以汽车制造和服务为主导的纸坊是增长幅度最大的就业中心,其就业人口流动强度在2017—2018及2018—2019年分别为0.070与0.415,增长幅度达到0.345。以建筑业及航运物流为主的阳逻及以汽车制造和服务为主导的蔡甸—中法新城是增长幅度排名第二与第三的就业中心,阳逻就业人口流动强度在2017—2018及2018—2019年分别为0.075与0.370,增幅达到0.295;蔡甸—中法新城就业人口流动强度在2017—2018及2018—2019年分别为0.093与0.356,增长幅度也达到0.263。然而,以物流业及装备制造业为主的吴家山及以建筑业及智能制造业为主的武钢就业人口流动强度则呈现大幅下降的趋势。其中,吴家山在2017—2018及2018—2019年分别为0.314与-0.046,是就业人口流动强度下降幅度最大的就业中心,达到-0.360;武钢在2017—2018及2018—2019年分别为0.168与-0.140,是2018—2019年就业人口流动强度最低的就业中心。

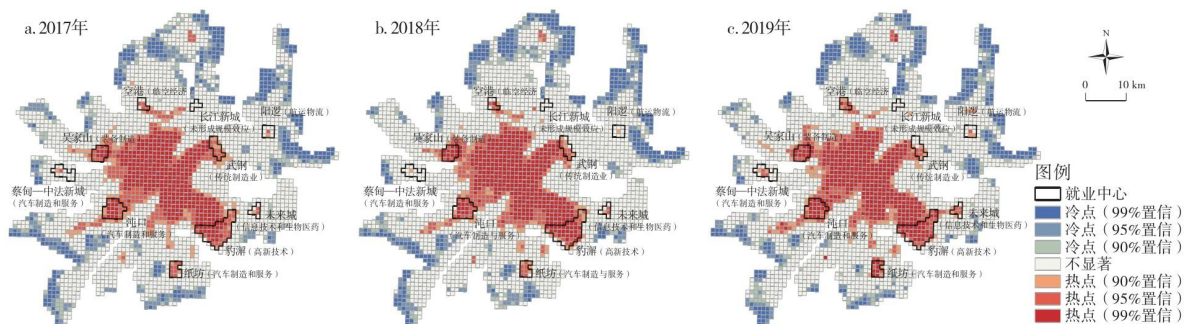


图5 就业人口热点分析图

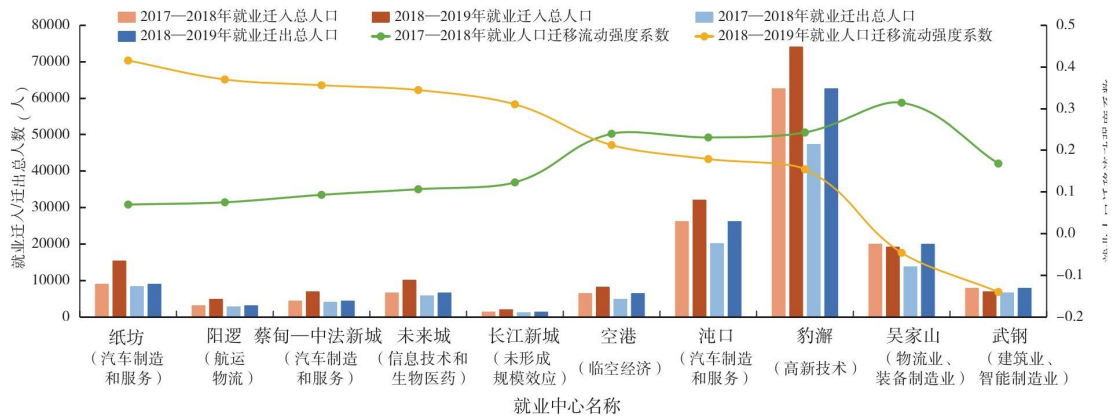


图 6 各就业中心就业人口流动强度系数

2.3 各就业中心就业人口吸引范围

通过各就业中心迁入人口来源的网格单元绘制标准差椭圆，通过标准差椭圆的外部形态特征，可以描述就业人口流动的空间分布方向及离散程度。其中，就业人口流动标准差椭圆长短轴比值越大，椭圆形态越扁平，表示主要就业人口流动的方向越集中于长轴方向；而长短轴比值越接近于 1，则说明就业人口流动方向分布越均匀，可能存在两处以上的流动方向。椭圆面积则代表了流动人口的影响范围，面积越大，则流动人口影响的范围越大。通过表 3、图 7 与图 8 可以发现，所有就业中心总体上对就业人口呈现出就近吸引的趋势，并且所有就业中心对就业人员主要吸引范围均未跨越长江、汉水、东湖等自然水体，说明自然地理阻隔对就业人口流动造成了较大影响。

从椭圆面积来看，以建筑业及航运物流为主的阳逻是历年最大且增长幅度最大的就业中心，在 2017—2018 及 2018—2019 年椭圆面积分别为 527.68 与 597.34 km²，增长幅度达 69.66 km²。以汽车制造和服务为主导的蔡甸—中法新城及纸坊是椭圆面积及增长幅度排名第二、第三的就业中心。表明这 3 个就业中心就业人口吸引的范围相对较广，且随着就业中心产业的发展，其对就业人口的吸引范围不断扩大。相比而言，以建筑业及智能制造业为主导的武钢是标准差椭圆面积最小的就业中心，但其吸引范围呈现出一定的增长趋势，在 2017—2018 及 2018—2019 年椭圆面积分别为 149.82、176.71 km²。此外，以“光芯屏端网”新一代信息技术及生物医药等高新技术为主导的豹澥及未来城、以汽车制造和服务为主导的沌口、以物流业及装备制造业为主导的吴家山椭圆面积也相对较小，且椭圆面积也较为稳定。这表明这几个就业中心对就业人口的吸引范围相对较小，且较为稳定。

表 3 迁入人口标准差椭圆基本特征

标准差椭圆	面积 (km ²)		长轴 (km)		短轴 (km)		长短轴之比	
	2017—2018	2018—2019	2017—2018	2018—2019	2017—2018	2018—2019	2017—2018	2018—2019
吴家山	228.86	212.13	11.08	10.99	6.57	6.14	1.69	1.79
空港	331.65	335.85	13.21	13.55	7.99	7.89	1.65	1.72
长江新城	299.96	310.51	13.06	13.00	7.31	7.60	1.79	1.71
武钢	149.82	176.71	8.21	9.32	5.81	6.03	1.41	1.54
阳逻	527.68	597.34	19.75	21.00	8.51	9.06	2.32	2.32
豹澥	200.68	209.04	10.20	10.14	6.26	6.56	1.63	1.55
未来城	249.13	219.24	13.19	12.67	6.01	5.51	2.19	2.30
纸坊	368.36	419.92	13.96	14.80	8.40	9.03	1.66	1.64
沌口	227.84	227.13	10.94	10.69	6.63	6.76	1.65	1.58
蔡甸—中法新城	447.56	513.93	16.37	17.26	8.70	9.48	1.88	1.82

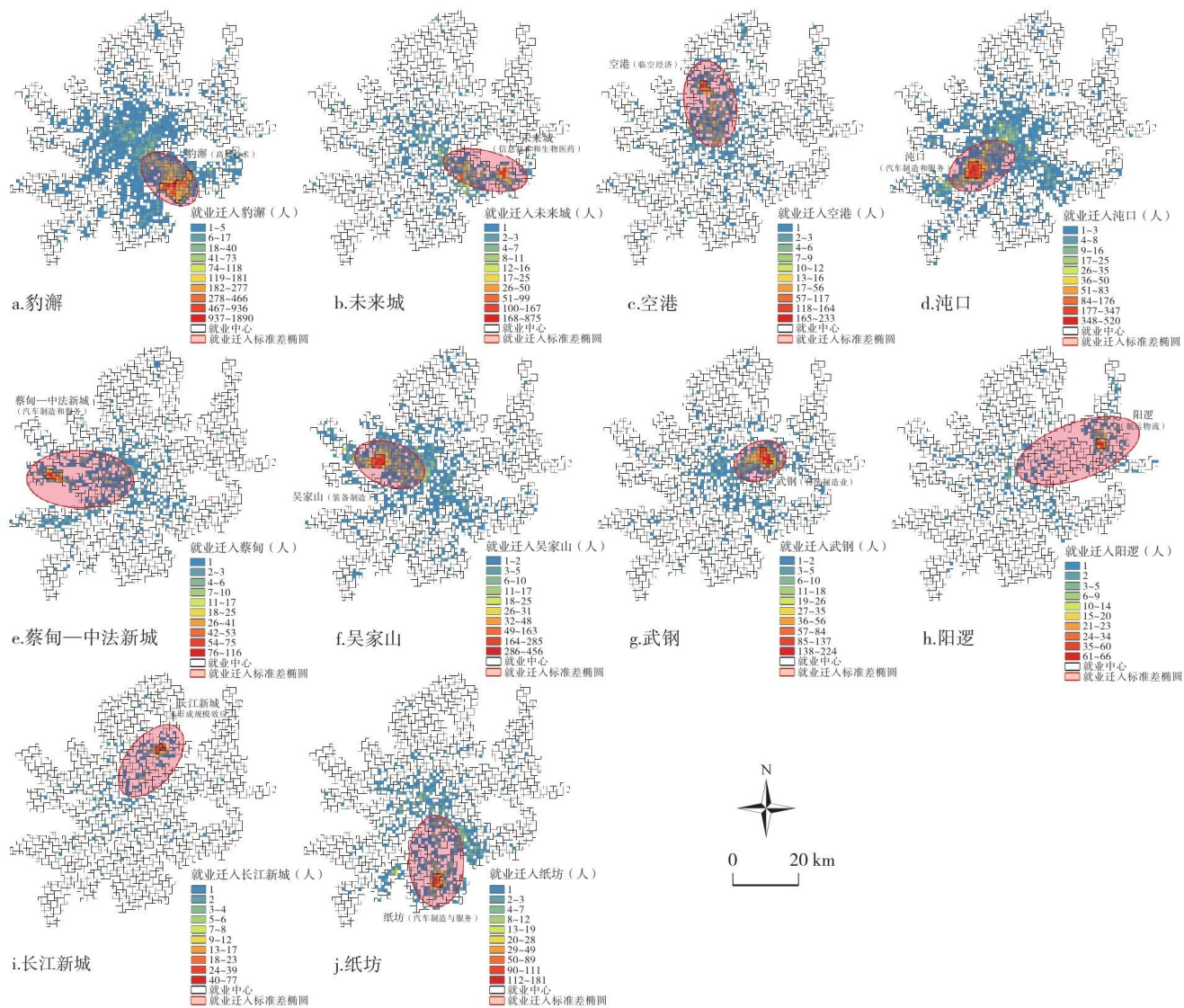


图 7 2017—2018 年就业人口流动标准差椭圆外部形态布局图

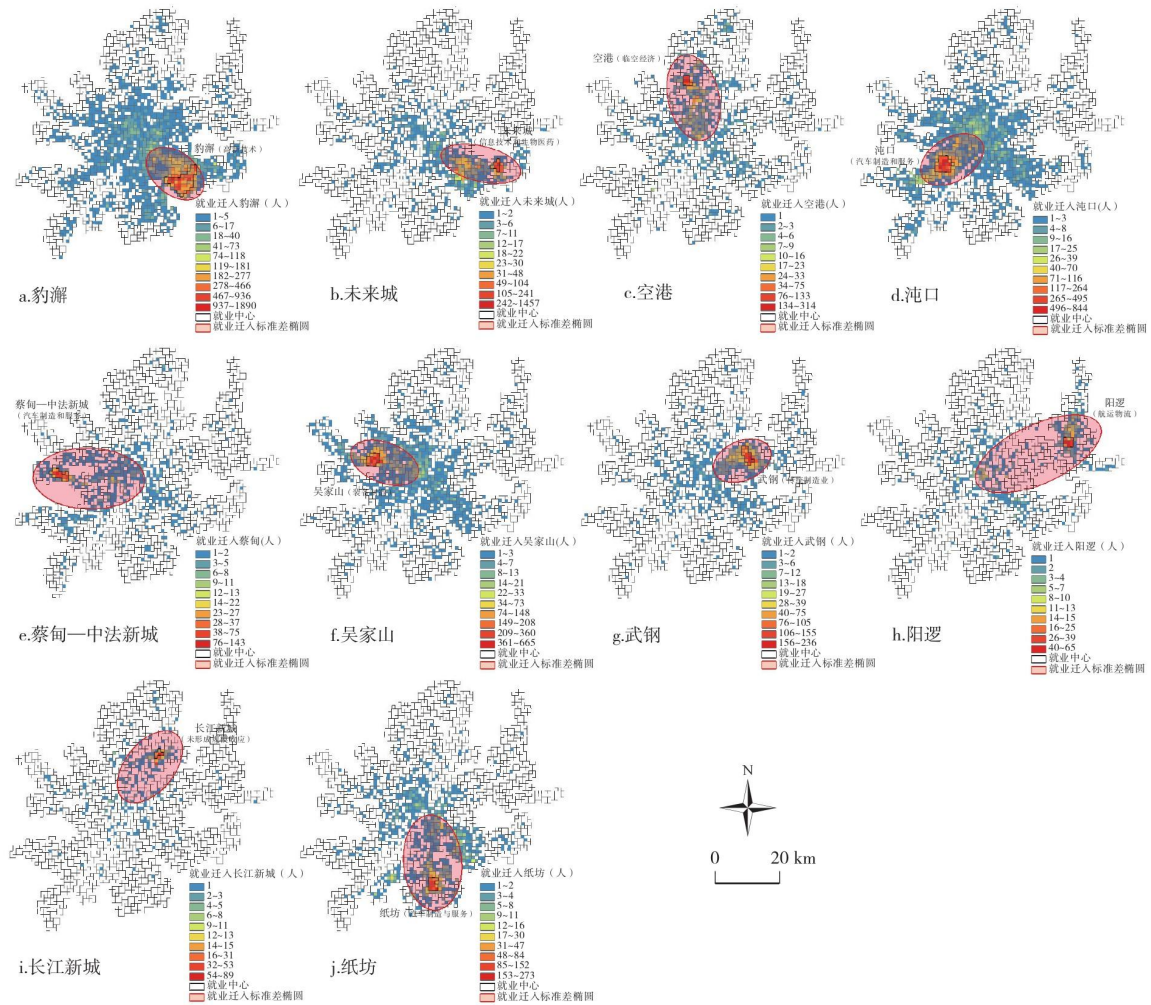


图 8 2018—2019 年就业人口流动标准差椭圆外部形态布局图

从椭圆长短轴之比来看，以建筑业及航空物流为主的阳逻是长短轴之比最大的就业中心，在 2017—2018 及 2018—2019 年椭圆长短轴之比均为 2.32；以信息技术及生物医药为主导的未来城就业中心长短轴之比也较大，在 2017—2018 及 2018—2019 年椭圆长短轴之比分别达到 2.19 与 2.30。这表明阳逻与未来城就业人口来源的主要方向更集中在长轴方向。相比而言，以建筑业及智能制造业为主导的武钢及以“光芯屏端网”新一代信息技术及生物医药等高新技术为主导的豹澥椭圆长短轴之比均较小，其中，武钢在 2017—2018 及 2018—2019 年椭圆长短轴之比仅为 1.41 与 1.54，这表明这两个就业中心就业人口来源的主要方向在长短轴两侧较为均衡。此外，所有就业中心的长短轴之比均较为稳定，表明各就业中心就业人口流动的主要方向始终保持稳定。

3 分析与讨论

在我国大城市普遍快速郊区化发展的背景下，探索近郊区产业类型对就业人口流动影响的差异，对促进产业结构和人口结构的良性互动，推动近郊区产城融合具有十分积极的意义[30,31,32]。现有研究已经证实了区域经济、产业类型对国际、省际的就业人口流动具有重要影响，但对城市内部微观层面产业类型对就业人口流动的影响尚不清楚[3,33]，而微观层面的产业类型差异很可能对城市的发展影响更为显著。因此，本研究以武汉市近郊区为例，通过多源时序大数据，从就业人口流动的数量、强度和方向 3 个方面构建就业人口流动评价指标体系，探索近郊区产业类型对就业人口流动的差异化影响。综合各就业中心主导产业及对就业人口流动的特征，得到了以下主要研究结论，值得进一步分析与讨论。

以“光芯屏端网”新一代信息技术及生物医药等高新技术为主导的豹澥及未来城就业中心就业人口流动的总活跃度、净活跃度及流动强度均较大，这是因为“光芯屏端网”新一代信息技术及生物医药这两个产业均是武汉市确立的支柱产业。已经在光谷副城集聚了华星光电、天马微电子以及长江存储等享誉国内外的重点企业，2021年武汉市发布的“光芯屏端网”产业集群发展报告显示，武汉市已聚集“光芯屏端网”核心产业链规模以上企业500余家，2020年产值约2600亿元。此外，在核心产业链的基础上，还带动了相关延伸产业的发展，其规模已超过5000亿元¹。在一系列产业的快速发展下，这两个就业中心对就业人口的吸引力度也大幅增加，使得就业人口流动的总活跃度、净活跃度均较高。加上该片区是武汉市近年来才拓展的新区，故而人口流动强度也较大。由于“光芯屏端网”新一代信息技术及生物医药等高新技术对就业人口的专业技能有较高要求，两个就业中心西侧的武昌地区为武汉市高等院校集中区，因而其就业人员主要来源于此区域。由于未来城位于豹澥的东侧，故也导致未来城标准差椭圆面积及长短轴之比均略高于豹澥。

以汽车制造和服务为主导的沌口、纸坊及以汽车零部件为主导的蔡甸一中法新城就业中心就业人口流动的总活跃度与净活跃度也较高，这是因为汽车制造和服务业同样为武汉的支柱产业。武汉市2022年统计年鉴显示，武汉市汽车产业产值已过千亿，汽车制造业规模以上企业数达到444个，从业人数达到11.43万人，对汽车产业及相关产业从业人员的需求呈现逐年增长的趋势，使得上述就业中心就业人口总活跃度与净活跃度均较高。但相比而言，沌口地处武汉经济技术开发区，自2003年世界500强企业东风集团总部迁入后进入快速发展时期，在2014年后开始进入转型提升期，纸坊与蔡甸一中法新城则是近年来武汉市的新拓展区。因而沌口就业中心的总活跃度远高于其他两个就业中心，但净活跃度则保持在相对稳定的状态，纸坊与蔡甸一中法新城总活跃度相对较小，但净活跃度则呈现大幅上升的趋势。就业人口流动强度也呈现出类似趋势，沌口就业人口流动强度相对稳定，纸坊与蔡甸一中法新城则提升显著。此外，从标准差椭圆分布可以看出，沌口标准差椭圆面积较小，对就业人口的吸引多在周边区域。蔡甸一中法新城与纸坊的标准差椭圆面积则相对较大，从就业人口的来源可以看出，具有一定比例的就业人员是从沌口到蔡甸一中法新城与纸坊。

以航空物流业为主导的空港就业中心总活跃度与净活跃度也呈现出持续扩大的趋势，这是因为随着武汉市天河国际机场T3航站楼的投入使用，机场升级为4F，跻身国内最高等级机场行列，武汉市临空经济迎来了更好的发展前景，也进一步加大了对相关产业就业人口的吸引力度。但总的来看，由于临空片区与武汉市主城区相距较远，因而与“光芯屏端网”新一代信息技术、汽车制造和服务及生物医药等产业相比，其发展相对落后，净活跃度也相对较小。此外，由于其距离主城区具有一定距离，故其标准差椭圆相对较大，长短轴之比也较大，吸引方向主要为临近空港的汉口主城区。

以物流业及装备制造业为主导的吴家山总活跃度较高，但净活跃度呈现出显著下降的趋势。这是因为吴家山是武汉市物流业最为核心的片区，该区域物流园始建于2000年。随着武汉市城市的快速发展，对物流业的需求也大幅增长。然而，在物流业快速发展的同时，由于物流业的高度集中以及用地规模的限制，造成了该区域交通拥堵、空气质量下降等问题。因此，自2016年开始，武汉市东西湖区便确定了《加快推进吴家山物流西迁步伐，促进东西湖区物流业提档升级的建议案》。随后，东西湖区物流产业逐步外迁。因而，吴家山就业中心就业人口总活跃度较大，但净活跃度呈现显著的下降趋势。从就业人口流动强度来看，其下降幅度也十分显著，是流动强度下降最大的就业中心。此外，从标准差椭圆的形态来看，该就业中心椭圆面积相对较小，长短轴之比相对较大，其就业人口的吸引方向主要为东西湖物流走廊邻近区域。

以建筑业及智能制造业为主导的武钢总活跃度及净活跃度均较小，其中2018—2019年净活跃度是所有就业中心中最小的，就业人口呈现出较大的向外流出的趋势。这与我国宏观经济发展趋势有关，在2010年以前，钢铁产业是武汉市重要的支柱产业。其中，武钢是武汉钢铁产业发展的核心。但随着我国钢铁产业产能逐步过剩，在供给侧结构性改革的背景下，2016年国务院颁布了《关于钢铁行业化解过剩产能实现脱困发展的意见》。随后，受经济发展以及武钢去产能企业人员安置分流影响，2018—2019年武钢净活跃度为-970人，就业人口显著下降。从就业人口流动强度来看，2017—2019年武钢就业流动强度下降幅度达到0.308，仅次于吴家山就业中心。从标准差椭圆来看，武钢是标准差椭圆面积最小、长短轴之比最小的就业中心，就业人口流动仅在武钢内部区域。这表明在宏观经济发展背景下，钢铁产业对就业人口的吸引力逐步减弱，亟需推动钢铁产业转型升级。

以建筑业及航运物流为主导的阳逻总活跃度及净活跃度也相对较小，但呈现出逐年增长的趋势。阳逻港作为我国一类开放口岸，是长江中游第一个按国际化标准设计的专业化集装箱码头，随着武汉市近年来的快速发展，航运物流规模也在逐步增长。但由于在前期运营时存在3方面的问题，即多主体经营引发“无序竞争”，船舶进港需在3个港区停靠，作业效率较低，管理碎片化，导致通关、过关等流程繁琐²，使得阳逻港初期发展相对较慢，对就业人口的吸引力度也较小。但随着2018年武汉市委市政府明确提出武汉航运中心建设“一城一港一主体”发展战略，阳逻港的发展得到显著改善。这也导致2018—2019年阳逻港就业人口净活跃度大幅提升，流动强度更是达到0.37，是所有就业中心中流动强度最大的。从标准差椭圆的形态来看，阳逻港标准差椭圆面积最大，对就业人口的吸引范围最大。这是因为在所有就业中心中，阳逻港距离中心城区最远，故而吸引面积最大。标准差椭圆长短轴之比也最大，就业人口来源主要沿武汉市轨道交通阳逻线分布，阳逻线的修建，也是阳逻港就业吸引力大幅度增强的重要原因。

暂未形成规模效应的长江新城总活跃度、净活跃度均较小，由于是新拓展的片区，故而就业人口流动强度较大。长江新区位于武汉市北部，是武汉市2016年提出的省际新区。该片区在武汉市最新的国土空间规划中被定位为武汉市的四大副城之一，随着产业的逐步导入，该片区总活跃度、净活跃度及流动强度有望进一步增长。从标准差椭圆的形态来看，其椭圆面积相对较小，就业人口来源主要位于邻近的汉口主城区。

4 结论、对策建议与讨论

通过多源时序大数据，从就业人口流动的数量、强度和方向3个方面探究武汉市近郊区不同产业类型对就业人口流动的差异化影响。研究发现，“光芯屏端网”新一代信息技术及生物医药等支柱产业对就业人口的吸引力度最大，且吸引范围相对稳定，主要涵盖高等院校集聚区。汽车制造和服务业对就业人口的吸引力度也较大，发展较为成熟的就业中心沌口总活跃度较高，但净活跃度与流动强度保持相对稳定的状态，新拓展的就业中心纸坊、蔡甸一中法新城总活跃度、净活跃度及流动强度均呈现较为显著的增长趋势，且就业人口来源除周边区域外，还有一定比例从发展较为成熟的沌口流动而来。以航空物流及航运物流为主导的空港及阳逻对就业人口的吸引力度相对较小，但呈现逐步增长的趋势。由于地处城市边缘区，因而吸引范围较大，且均呈现沿邻近主城方向集中的特征。传统物流业、建筑业及制造业，则在城市发展及宏观经济发展变化的背景下，对就业人口的吸引力逐渐减弱。

针对以上研究结论，武汉市在未来近郊区规划编制及相关政策制定时，应根据近郊区各就业中心产业类型及其对就业人员的差异化影响制定不同的应对措施：针对“光芯屏端网”新一代信息技术、生物医药及汽车制造和服务业等城市支柱产业承接的近郊区，其就业人口总活跃度、净活跃度及流动强度均较高，且就业人员吸引主要为高等院校毕业生，应加强上述区域住宅用地的供给，避免因就业人口增长导致的职住失衡。同时，应加大生产性服务业的供给，促进生产性服务业与制造业的深度融合，提升区域对高端人才的吸引力^[34]。对空港、长江新城、阳逻这些新兴产业及未来产业布局的片区，应加大对龙头企业的招商引资，通过龙头企业的引领带动区域发展。对传统物流业、建筑业、制造业等在城市发展及宏观经济发展中需要外迁或转型升级的区域，应根据社会发展需求提出针对性的更新措施，培育新的产业功能，促进地区活力再生^[35]。

与此同时，本文仍存在一定局限性。本研究所使用的手机信令数据、产业地图数据、土地利用数据与遥感数据等多源大数据均未包含就业个体的社会经济属性特征，无法深入研究社会经济等重要因素对就业人口流动的影响。此外，城市宏观层面，政策、经济等要素对就业人口的流动也会造成巨大影响；在微观层面，轨道交通等市政基础服务设施及医院、学校等重大公共服务设施也可能影响就业人口的流动。在未来的研究中，统筹宏观与微观层面的要素，同时结合包含就业个体社会经济属性的多源大数据，深入探究大城市就业人口流动的影响要素及驱动机制，将为合理引导近郊区产城融合发展提供更加全面、准确的指导。

参考文献：

- [1] 国家统计局 . 王萍萍：人口总量略有下降 城镇化水平继续提高 [EB/OL] .<http://www.stats.gov>.

cn/sj/sjdd/202302/t20230202_1896742.html, 2023 - 02 - 02.

- [2] 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 - 1340.
- [3] 刘艳军, 汤爽爽, 吴康, 等. 经济地理学视角下中国人口研究 热点与展望 [J]. 经济地理, 2021, 41(10): 97 - 105.
- [4] 章征涛, 刘勇, 王一波, 等. 资本积累视角下城市郊区化机制 及效应探析 [J]. 城市发展研究, 2016, 23(6): 59 - 65.
- [5] 杨亮, 杨胜利. 上海市流动人口特征与区域经济发展关系研究 [J]. 人口与社会, 2014, 30(1): 22 - 26.
- [6] 鲁奇, 吴佩林, 鲁礼新, 等. 北京流动人口特征与经济发展关系的区域差异 [J]. 地理学报, 2005(5): 851 - 862.
- [7] Wang Y, Li X, Yao X, et al. Intercity population migration conditioned by city industry structures [J]. Annals of the American Association of Geographers, 2022, 112(5): 1441 - 1460.
- [8] 王慧, 吴晓, 郑浩. 流动人口就业空间的集聚性和城市就业空间的关联研究——以南京市主城区为例 [J]. 人文地理, 2014, 29(5): 31 - 39.
- [9] 叶昌东, 代丹丹, 刘海东. 2000 年以来广州市中心城区职住空间演变及其行业差异研究 [J]. 城市发展研究, 2018, 25(9): 75 - 81.
- [10] 孙铁山. 郊区化进程中的就业分散化及其空间结构演化——以北京都市区为例 [J]. 城市规划, 2015, 39(10): 9 - 15.
- [11] Wang J, Dong L, Cheng X, et al. An extended exploration and preferential return model for human mobility simulation at individual and collective levels [J]. Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.121921>.
- [12] 贺传皎, 王旭, 邹兵. 由“产城互促”到“产城融合”——深圳市产业布局规划的思路与方法 [J]. 城市规划学刊, 2012(5): 30 - 36.
- [13] 黄建中, 黄亮, 周有军. 价值链空间关联视角下的产城融合规划研究——以西宁市南川片区整合规划为例 [J]. 城市规划, 2017, 41(10): 9 - 16.
- [14] 赵民, 陈晨, 郁海文. “人口流动”视角的城镇化及政策议题 [J]. 城市规划学刊, 2013(2): 1 - 9.
- [15] Zheng L. Job creation or job relocation? Identifying the impact of China's special economic zones on local employment and industrial agglomeration [J]. China Economic Review, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2021.101651>.
- [16] 武玉. 城市化进程中首都流动人口变动的特点与问题 [J]. 人口与社会, 2015(2): 84 - 94.
- [17] 刘玉, 张雪. 基于行业特征的流动人口就业选择偏好分析——以北京为例 [J]. 城市发展研究, 2021, 28(3):

115 - 122.

[18] Cheong T S, Wu Y. The impacts of structural transformation and industrial upgrading on regional inequality in China [J]. *China Economic Review*, 2014, 31: 339 - 350.

[19] 许园园, 塔娜, 李响. 基于地铁刷卡数据的城市通勤与就业中心吸引范围研究 [J]. *人文地理*, 2017, 32(3): 93 - 101.

[20] 刘耀林, 方飞国, 王一恒. 基于手机数据的城市内部就业人口流动特征及形成机制分析——以武汉市为例 [J]. *武汉大学学报: 信息科学版*, 2018, 43(12): 2212 - 2224.

[21] 谢智敏, 甄峰, 张姗姗. 基于大数据的城市就业空间特征与影响因素研究——以南京市中心城区为例 [J]. *城市发展研究*, 2021, 28(10): 48 - 57.

[22] 牛强, 盛富斌, 刘晓阳, 等. 基于手机信令数据的城内迁居活跃度识别方法研究——以武汉市为例 [J]. *地理研究*, 2022, 41(8): 2142 - 2154.

[23] Pan Y, He S Y. Analyzing COVID-19's impact on the travel mobility of various social groups in China's Greater Bay Area via mobile phone big data [J]. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2022, 159: 263 - 281.

[24] 梁向东, 魏逸玘. 产业结构升级对中国人口流动的影响——基于 255 个城市的面板数据分析 [J]. *财经理论与实践*, 2017, 38(5): 93 - 98.

[25] Yan X, Zhou J, Sheng F, et al. Influences of built environment at residential and work locations on commuting distance: Evidence from Wuhan, China [J]. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2022, 11(2): 124.

[26] 王德, 李丹, 傅英姿. 基于手机信令数据的上海市不同住宅区居民就业空间研究 [J]. *地理学报*, 2020, 75(8): 1585 - 1602.

[27] 何娟娟. 城镇化进程中农民进城定居意愿与迁移强度影响因素研究 [D]. 兰州: 西北师范大学, 2014.

[28] 赵永春. 关于“人口迁移”、“移民”及其相关概念 [J]. *史学集刊*, 2012(2): 24 - 28.

[29] 康维娜, 邵景安, 郭跃. 重庆典型山区县人口迁移的时空分布特征及其影响因素 [J]. *热带地理*, 2016, 36(1): 132 - 141.

[30] Hu L, Sun T, Wang L. Evolving urban spatial structure and commuting patterns: A case study of Beijing, China [J]. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2018, 59: 11 - 22.

[31] 符婷婷, 张艳, 柴彦威. 大城市郊区居民通勤模式对健康的影响研究——以北京天通苑为例 [J]. *地理科学进展*, 2018, 37(4): 547 - 555.

[32] 孙铁山. 北京市居住与就业空间错位的行业差异和影响因素 [J]. *地理研究*, 2015, 34(2): 351 - 363.

[33] 薛峰, 李苗裔, 党安荣 . 中心性与对称性: 多空间尺度下长三角城市群人口流动网络结构特征 [J] . 经济地理, 2020, 40 (8): 49 - 58.

[34] 陈艳如, 谷跃, 宋伟轩, 等 . 长三角流动人口居留意愿差异及其影响因素 [J] . 经济地理, 2022, 42(9): 59 - 67.

[35] Li Q, Zeng F, Liu S, et al. The effects of China's sustainable development policy for resource-based cities on local industrial transformation [J] . Resources Policy, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101940>.