

基于招聘大数据的无锡市就业空间特征分析

饶加旺^{1,2}, 周秀华¹, 周松¹, 马荣华^{2*}

¹江苏省测绘工程院江苏时空大数据建设中心, 江苏 南京

²中国科学院南京地理与湖泊研究所, 江苏 南京

收稿日期: 2021年12月24日; 录用日期: 2022年1月19日; 发布日期: 2022年1月26日

摘要

为揭示“新冠疫情”对招聘就业的影响, 基于网络爬虫方法, 快速获取了2019年2~4月、2020年2~4月“新冠疫情”前后无锡市各行业发布的招聘大数据, 运用统计分析、核密度分析、空间自相关分析法, 分析了疫情前后无锡市就业需求和空间分布变化特征。结果表明: 疫情严重影响无锡市的就业, 尤其对服务业、会计/金融业冲击最大; 招聘需求总体呈现“一团两核”的空间分布, 疫情后有往东部城镇转移的趋势; 各行业的全局Moran's I 指数均为正值, 表明无锡市招聘就业需求存在显著的空间聚集性; 高-高型聚集区分布于无锡市主城区、低-低型聚集区主要分布在宜兴市, 疫情后两者均呈增加的趋势。从就业需求的角度为复工复产和优化产业布局提供有效的数据基础和决策支持。

关键词

新冠肺炎疫情, 就业空间特征, 差异性, 招聘网, 无锡市, Moran's I 指数

Analysis of the Employment Spatial Characteristics of Wuxi City Based on the Big Data from 51job.com

Jiawang Rao^{1,2}, Xiuhua Zhou¹, Song Zhou¹, Ronghua Ma^{2*}

¹Jiangsu Province Surveying & Mapping Engineering Institute Spatial Information Technology Research Center, Nanjing Jiangsu

²Chinese Academy of Science Nanjing Institute of Geography and Limnology, Nanjing Jiangsu

Received: Dec. 24th, 2021; accepted: Jan. 19th, 2022; published: Jan. 26th, 2022

*通讯作者。

文章引用: 饶加旺, 周秀华, 周松, 马荣华. 基于招聘大数据的无锡市就业空间特征分析[J]. 计算机科学与应用, 2022, 12(1): 158-168. DOI: 10.12677/csa.2022.121017

Abstract

In order to explore the effect of COVID-19 on recruitment jobs, data of February to April 2019 and February to April 2020 from 51job.com of Wuxi city were quickly obtained by web crawl which contained 11 industries. Employment demand change and spatial distribution characteristics were analyzed by statistical analysis, kernel density, and spatial auto-correlation analysis methods. Results showed that: there was bigger negative impact by COVID-19 on Wuxi city labor market, especially for service and accounting/finance; recruitment demand of this city presented a mass of two cores spatial distribution and high demand was shifted to eastern part of Wuxi after COVID-19; the global Moran's I of all industries before and after outbreak of COVID-19 were all positive indicated significant spatial clustering of recruitment demand; H-H cluster type of recruitment demand mainly distributed in the center of Wuxi city; and L-L cluster type mainly concentrated in Yixing; both were increased after COVID-19. From the perspective of the employment demand, this paper provided effective data base and decision support to return to work and production, and optimize the industrial layout.

Keywords

COVID-19, Spatial Characteristics of Employment, The Differences, 51job.com, Wuxi City, Moran's I

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

招聘是以用人单位的角度,通过设置职位,获取人力资源用于解决用人单位自身的发展需要的过程。招聘受传统节日、社会大事件[1]、社会经济发展状况等多种因素影响,往往具有时效性、地域性特点。研究招聘,特别是基于大数据的角度,有利于了解特定区域内行业发展、社会的需求、区域经济发展水平、产业升级等因素。2019年底~2020年初爆发的新型冠状病毒肺炎疫情(COVID-19,以下简称“新冠疫情”)给我国经济社会的正常运转带来负面影响。对于面临人力资源短缺的企业而言,主要通过招聘网站发布招聘信息,招聘网是企业各类信息及时发布的重要平台,具有岗位齐全、信息综合,样本数量大、反映企业真实需求、时效性高等特点[2],在疫情期间,对于求职者在线投送简历和企业无接触面试等环节发挥重要作用。

近年来,关于招聘的研究主要有以下四个特点:1) 研究数据大都来源于统计年鉴、企事业单位网站发布的招聘信息、经济指标等[3][4],数据的来源较为单一、数据收集效率低且更新速度较慢;2) 研究方法多采用传统定性的统计分析[3][4][5],对数据的挖掘分析尤其是以空间分析的角度较少;3) 研究范围大多从全球、全国的宏观尺度,对特定地区的特定行业研究较少,数据的时序性较差,难以反应特定事件对就业以及行业的影响;4) 关于招聘网大数据为数据源的研究较少,且大都集中在网站设计与企业管理等领域,反应就业需求的较少。究其原因是招聘数据样本量大、覆盖范围广,获取难度较大;其次是招聘信息的地址难度信息较大。“新冠疫情”爆发以来,国内外学者的研究主要集中在疫情对产业的冲击影响[6]、公共卫生安全[7]、人口流动与流向[8]、疫情扩散及变化趋势[9]等领域,但基于大数据与空间分析的角度针对“新冠疫情”对招聘就业的影响目前还没有研究。为此本文以江苏省无锡市为研究区

域,以招聘网发布的“新冠疫情”爆发前后 2019 年 2~4 月、2020 年 2~4 月两个时间段的招聘大数据为研究对象,通过统计分析、核密度分析、全局与局部空间自相关分析法,揭示“新冠疫情”对无锡市招聘就业市场的影响,分析招聘就业需求变化、不同行业的空间特征与差异性分析,对无锡市疫情防控与企事业复工复产、产业结构与产业布局方面提供决策支持。

2. 研究方案

2.1. 研究区域概况

无锡市是江苏省重要的城市,是全国重要的典型劳务输入地之一和就业热门区域,2018 年末全市共有从业人员 388.2 万人,其中从事第一、第二、第三产业的人员分别为 15.8 万人、213.6 万人、158.8 万人,建国以来 GDP 平均增速保持在 10%以上[10],经济总量多年位居全省前列。国内外相关学者在水环境[11]、经济社会发展等领域[12]对无锡市展开了深入研究,但针对招聘就业的空间分析,目前尚未有研究。

2.2. 数据源

春季常为招聘的高峰期,是各行业招聘需求最为旺盛的时间段[13],因此以 2019 年 2~4 月、2020 年 2~4 月这两个时段的招聘数据作为对比能反应“新冠疫情”前后无锡市的招聘就业需求情况、以及疫情对于招聘就业的影响。本文基于 R 语言编写的网络爬虫程序,从招聘网获取了上述两个时段无锡市 11 个行业招聘单位发布的招聘信息,包括公司名称、学历要求、经验要求、信息发布时间、工作地址、行业类型、招聘的职位、薪资、招聘人数等属性信息。其中共获取了“新冠疫情”前 8516 家招聘单位发布了 32,205 种岗位共计 83,133 条招聘信息;“新冠疫情”后 8369 家招聘单位发布了 28,678 种岗位共计共 68,072 条招聘信息。利用高德地图 API 进行地址匹配、坐标转换,获取招聘单位与地址的经纬度坐标信息,其中招聘单位地址匹配成功的分别有 8398 家与 8242 家。

2.3. 研究方法

2.3.1. 核密度估计方法

核密度估计方法是二维离散点的招聘数据表面进行内插,通过核函数计算格网对整个区域密度的贡献值,以连续平面的形式输出空间加权平均值[14]。将核密度值为度量方法,密度值越大表明该区域招聘需求越强,可反应区域招聘需求情况。将研究区域划分为多个单元格网,定义搜索带宽 $h(h > 0)$,逐一遍历单元格网,对于特定样本点 x ,区域内任意估计点 x_i 到 x 的估计值 $f(x)$ 可定义为:

$$f(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n \kappa\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \quad (1)$$

其中 κ 为核函数,常见的有高斯核函数。

2.3.2. 空间自相关法

空间自相关性,是衡量事物空间分布与空间差异性的重要方法[15][16],用于反应事物的空间分布特征以及对周围相邻空间的聚集程度或异常程度,分为全局和局部自相关法[17]。全局空间自相关用于表达观测对象(无锡市各行业的招聘需求)在整个区域存在空间差异或相关程度,常用的方法有全局 Moran's I 指数[15][18], I 的取值范围为 $[-1, 1]$;当 $I > 0$ 时,表明各行业的招聘需求在空间上具有正相关性,值越大正相关性越强;当 $I < 0$ 时,表明各行业的招聘需求在空间上存在差异性,即高的观测值倾向和低的观测值聚集,高低相异,值越大空间差异性越大;当 $I = 0$ 时,表明其在空间上不具相关性,呈随机分布。局部自相关进一步从微观的角度(乡镇区划)揭示各个行业是否存在空间自相关性, LISA (Local Indicators

of Spatial Association)是局部 Moran's I 可视化的主要方法[19], 具有局部空间聚集性的显著性检验, 和获取局部关联的具体程度的优势[17]。当 LISA 值为正值时, 值越大则单元存在空间上越聚集, 为负值时, 值越小单元在空间上越分散[18]。

3. 无锡市各行业招聘需求结构

在 R 语言环境下, 统计了疫情前后两个时间段不同行业发布的招聘职位数量如图 1 所示。无锡市招聘职位主要集中在计算机/互联网/通信/电子, 其次是贸易/消费/制造/营运, 这与无锡市大力发展电子、商业贸易、物流等产业的布局紧密相关[20]。受疫情影响, 无锡市所有行业均不同程度的受到影响, 具体体现在: 除能源/原材料、房地产/建筑行业处于增长状态(增长率分别为 28.3%和 1.49%)外, 其余行业的招聘数量均处于不同程度的下降, 其中影响最大的行业是会计/金融业/银行/保险, 同比下降 62.1%, 其次是服务业下降 46.9%、政府/非营利组织下降 46.3%, 影响较小的是制药/医疗行业, 同比小幅下降 4.7%。反应出疫情后复工复产对能源/原材料和房地产/建筑行业的需求增大, 与通过经济指标数据宏观分析结果[3][4]相比, 招聘大数据能够从微观的角度, 较为准确的反应疫情对不同行业的影响程度。

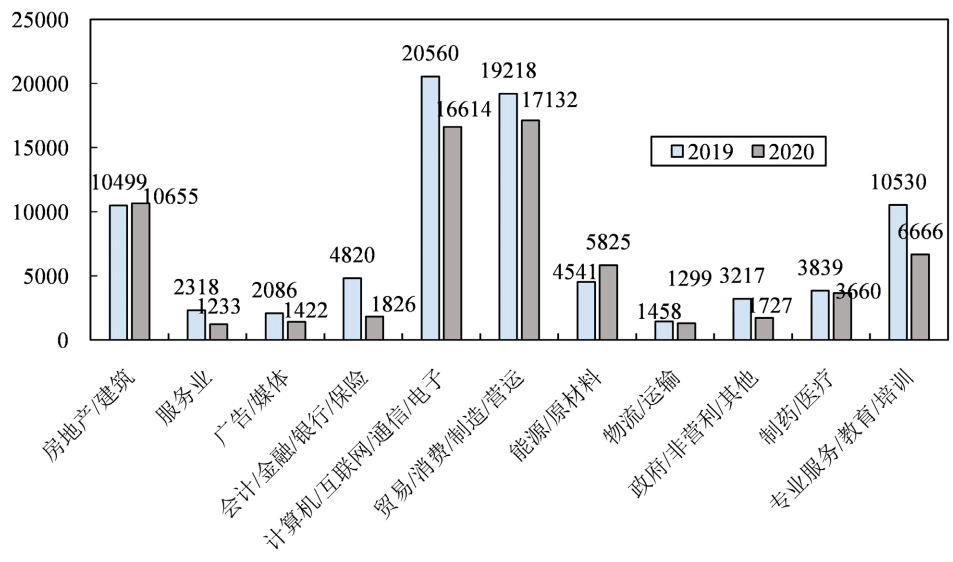


Figure 1. Industry position before and after COVID-19
图 1. 疫情前后各行业的职位对比

4. 空间结果分析

4.1. 招聘需求总体空间格局特征

“新冠疫情”前后无锡市所有行业招聘需求核密度图(如图 2 所示), 无锡市招聘需求总体呈现“一团两核”的空间分布, 与南京市的较为明显的圈层化就业空间分布明显不同[21]。一团是指无锡市主城区招聘就业需求核的聚集团; 两核指以江阴市、宜兴市城区的需求核。根据《无锡市城市总体规划(2001~2020 年)》提出的“一体两翼两区”和“三级城镇组团”的空间布局, 设想的以无锡市主城区为一体, 江阴市与宜兴市为两翼, 锡澄与锡宜协同发展两片区和以洛社、玉祁 - 前洲、长泾、徐舍等 12 个城镇组团(其中无锡市区 6 个, 江阴和宜兴分别为 2 个和 4 个)的总体结构正在形成[20], 因此在招聘需求上主城区的强度明显强于江阴与宜兴两市、各城区和城镇的招聘需求强度由中心向周边递减, 招聘需求强的区域企业经营状况最好, 通过不断招聘以满足企业的发展需要。

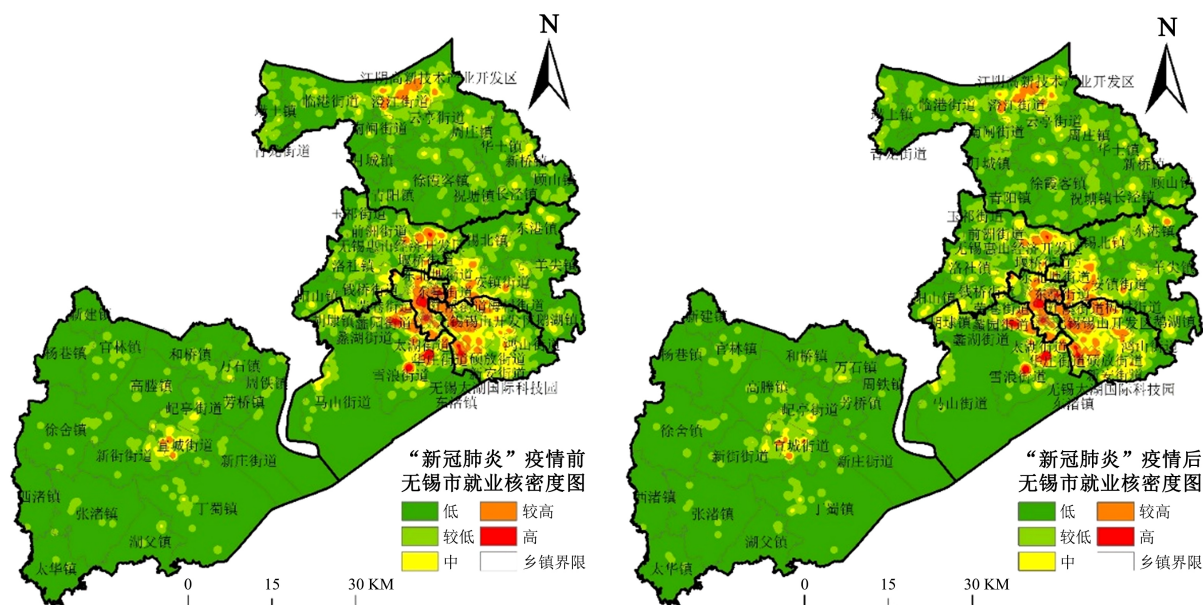


Figure 2. Kernel density of recruitment jobs of Wuxi before and after COVID-19

图 2. 疫情前后无锡市招聘就业核密度图

在抗击疫情期间采取的“封路”、“交通管制”等措施下,一些公司企业延迟复工,使得其资金周转、效益和利润均受到影响。根据无锡市统计局发布的统计数据表明,疫情后仅亏损的工业企业单位累计达到 7408 家,为疫情前的 2.2 倍;规模以上工业利润仅为疫情前的 17%,即 456.05 亿元,无锡市的招聘需求整体呈现降低的趋势,而主城区的东港、锡北、玉祁、前洲、胡埭、安镇、羊尖、鹅湖;江阴的顾山、月城等乡镇地区的招聘需求增强,与城镇组团的规划基本吻合,主要与政府出台的一系列优惠政策和企业自身发展状况和发展阶段等因素有关,也反应了疫情对无锡市的产业布局的影响、倒逼产业转型升级与调整[22]。但从就业需求强度来看仍与《无锡市城市总体规划(2001~2020 年)》提出的“一级中心城市(无锡市)、二级中心城市(江阴和宜兴)、三级城镇(重点中心镇 8 个)、四级城镇(一般镇 32 个左右)”的城镇空间定位存在差距。

4.2. 基于行业视角的招聘需求空间关联格局

基于 R 语言的 `spdep` 功能包,使用 Queen 规则计算出邻域关系和空间权重矩阵,确定各多边形区域在空间上的位置关系,最后得到“新冠疫情”前后所有行业、各个行业招聘单位累计数量的全局 Moran's I 指数、统计量 p 值及 Z 值,如表 1 所示。

结果表明: 1) Moran's $I_{2019} = 0.1093$, $p_{2019} = 0.048$, $Z_{2019} = 2.0251$; Moran's $I_{2020} = 0.1124$, $p_{2020} = 0.037$, $Z_{2020} = 2.0101$, 且均通过了 0.05 的显著性检验(即 Z 值大于 1.65),表明总体上无锡市各行业的企业分布呈现空间正相关性,且疫情前后呈现空间聚集性增强的趋势。2) 分行业而言,如表 1 所示疫情前后,各行业的 Moran's I 指数均大于 0 且呈现差异性,且大部分通过了 0.05 的显著性水平检验,表明各行业招聘需求呈现空间正相关性和不平衡性; 3) 疫情对各行业的全局自相关性产生不同程度的影响,① 疫情前全局 Moran's I 指数前三位的行业是物流/运输、贸易/消费/制造/营运、房地产/建筑,疫情后全局 Moran's I 指数前三位的行业是物流/运输、能源/原材料、计算机/互联网/通信/电子; ② 疫情后,房地产/建筑、会计/金融业/银行/保险、计算机/互联网/通信/电子、贸易/消费/制造/营运、能源/原材料、政府/非营利的全局 Moran's I 指数呈现逐渐增加的状态,其中会计/金融业/银行/保险(385%)与贸易/消费/制造/营运(153%)

增幅为前两位,表明以会计/金融业/银行/保险为代表的行业招聘需求的空间集聚性增强,而其余行业的全局 Moran's I 指数呈现下降的趋势,其中服务业、专业服务/教育/培训下降最为剧烈(分别下降 64.3%和 22.8%),表明这些行业空间相关性有所降低、空间集聚性减弱;③ 如图 2 与表 1 所示,疫情前后相关行业职位数量上的变化与全局 Moran's I 指数的增减无明显关系,表明职位数量的增减并不能从全局上影响行业的空间集聚性。

Table 1. Statistics of Moran's I in all industries before and after COVID-19

表 1. 疫情前后各行业全局 Moran's I 指数统计值

参数	房地产/ 建筑	服务业	广告/ 媒体	会计/ 金融/ 银行/ 保险	计算机/ 互联网/ 通信/ 电子	贸易/ 消费/ 制造/ 营运	能源/ 原材料	物流/ 运输	政府/ 非营利/ 其他	制药/ 医疗	专业服务/ 教育/ 培训
2019 年 I	0.143	0.112	0.123	0.020	0.176	0.045	0.147	0.376	0.101	0.041	0.101
p	0.010	0.031	0.021	0.315	0.002	0.195	0.008	0.000	0.044	0.210	0.044
Z	2.382	1.906	2.075	0.490	2.897	0.874	2.441	5.965	1.742	0.821	1.741
2020 年 I	0.149	0.040	0.109	0.097	0.181	0.114	0.213	0.311	0.138	0.032	0.078
p	0.008	0.216	0.034	0.050	0.002	0.029	0.000	0.000	0.012	0.252	0.087
Z	2.477	0.800	1.859	1.682	2.962	1.932	3.462	4.961	2.311	0.678	1.389

4.3. 招聘需求空间聚集分析

利用 GeoDa 软件计算了局部 Moran's I 指数,为进一步揭示疫情对无锡市各行业的影响,选取了会计/金融业/银行/保险、服务业、能源/原材料、广告/媒体、贸易/消费/制造/营运、计算机/互联网/通信/电子等六个典型行业为例进行分析,得到如图 3, 图 4 所示疫情前后无锡市六个典型行业的 LISA 聚集图,对应的统计指标如表 2 所示。

Table 2. Statistics of LISA in typical industries before and after COVID-19

表 2. 疫情前后无锡市各行业 LISA 类型统计指标

LISA 类型	服务业		广告/媒体		会计/金融/ 银行/保险		计算机/互联网/ 通信/电子		贸易/消费/ 制造/营运		能源/原材料	
	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②
高-高型	4	3	4	6	2	3	5	6	2	5	4	7
低-低型	5	6	2	4	0	5	13	14	11	10	6	4
低-高型	5	5	6	5	6	4	6	5	2	4	4	3
高-低型	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
不显著	69	69	70	68	75	70	59	58	68	64	68	69

注: 表格中①表示疫情前的数量(个), ②表示疫情后的数量(个)。

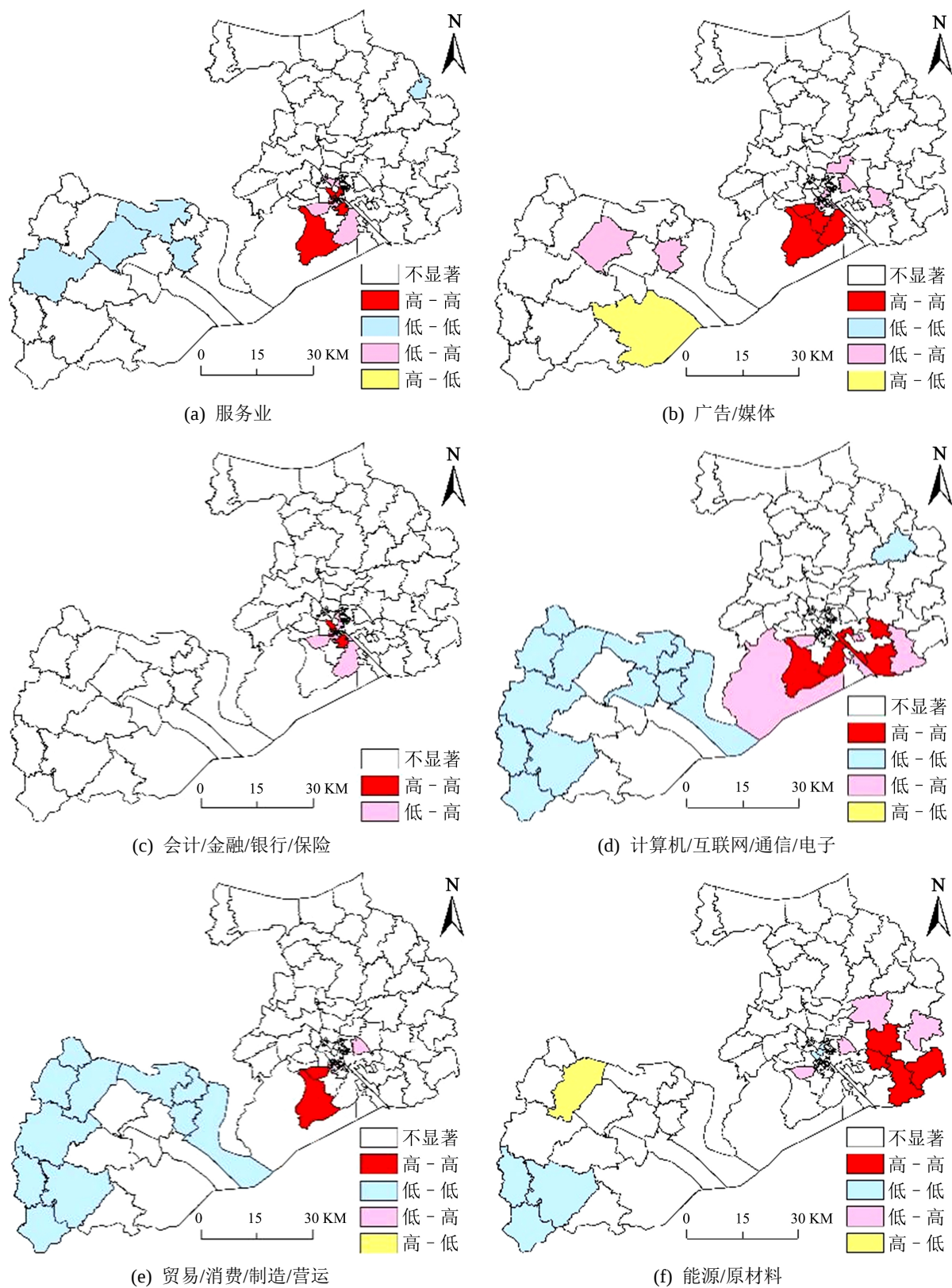


Figure 3. LISA of typical industries before COVID-19

图 3. 疫情前典型行业 LISA 分布图

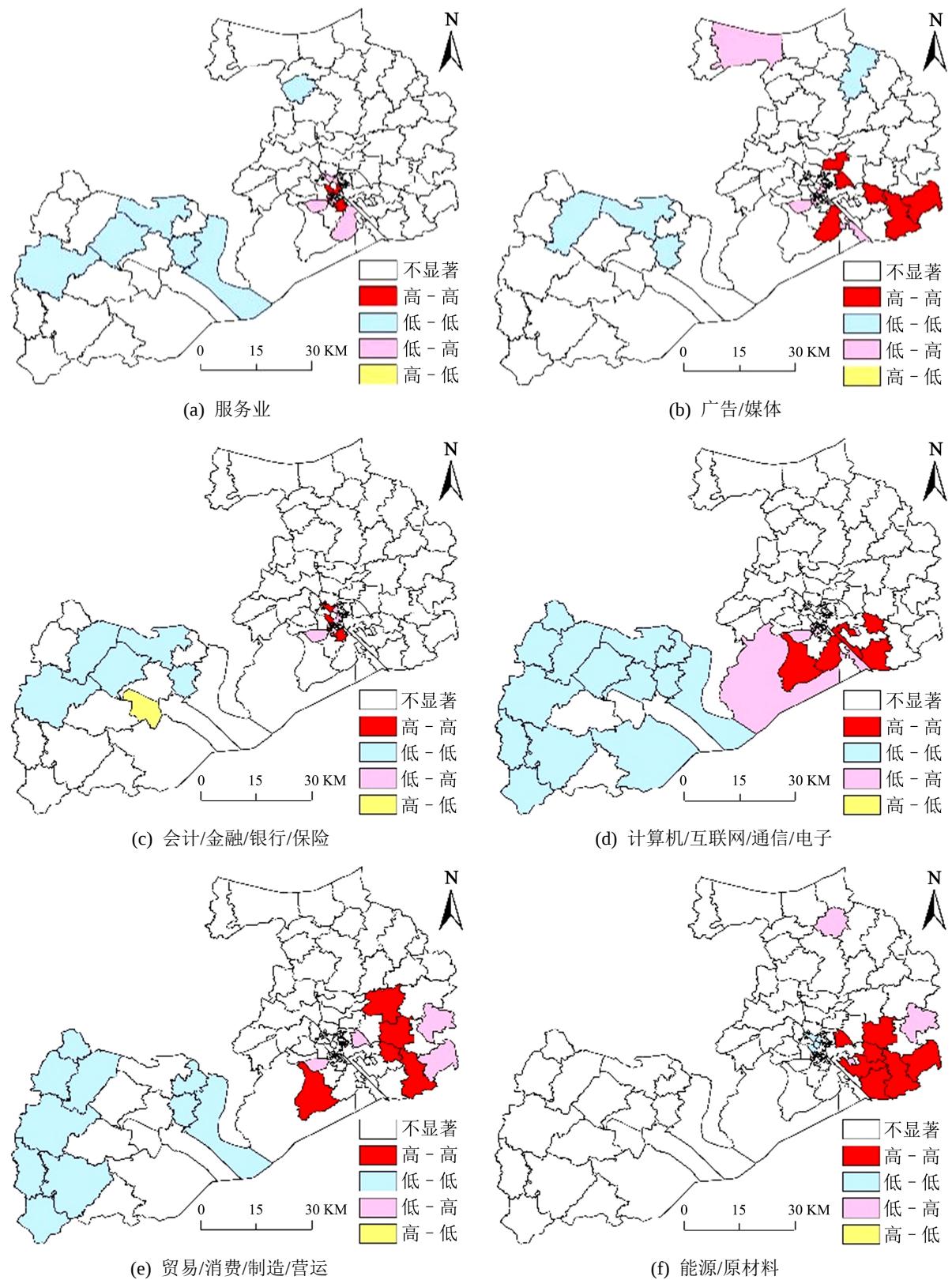


Figure 4. LISA of typical industries after COVID-19

图 4. 疫情后典型行业 LISA 分布图

1) 高 - 高型聚集, 均分布在无锡市主城区, 整体呈扩张趋势, 表明该区域为招聘需求高的聚集区。具体表现: 疫情后服务业高 - 高型数量减少 1 个, 具有萎缩的趋势; 其余五个行业的高 - 高型聚集均有不同程度的增加, 呈现扩张的趋势。计算机/互联网/通信/电子, 会计/金融业/银行/保险行业高 - 高型聚集区域的相对位置几乎没有变化; 而广告/媒体、贸易/消费/制造/营运与能源/原材料三个行业存在向锡北、安镇、等无锡东部乡镇转移的趋势。

2) 低 - 低型聚集, 主要分布在宜兴市主城区以外的多个乡镇和江阴市少数乡镇, 由图 3 所知宜兴市除主城区外, 存在大片招聘需求低的区域, 该区域自身与周边区域的招聘需求均处于较低的需求水平, 除贸易/消费/制造/营运与能源/原材料行业外, 其余行业的低 - 低型聚集区域呈增加的状态, 总体呈现扩张态势, 表明疫情的影响带来的招聘需求低的区域增加, 其中会计/金融业/银行/保险变化最大, 疫情前低 - 低型为 0, 疫情后数量增加至 5 个且均分布在宜兴市北部多个乡镇。

3) 低 - 高型聚集, 主要分布在无锡市主城区和各个区县范围内, 呈分散分布, 总体数量较少且变化不大, 疫情前后呈稳定态势。

4) 高 - 低型聚集, 相比较其他聚集类型, 该型聚集数量最少, 且仅分布在宜兴市。疫情前仅有广告/媒体、能源/原材料分别有 1 个, 主要分布在宜兴市丁蜀镇和官林镇; 疫情后仅会计/金融业/银行/保险行业, 分布于宣城街道, 无锡市其他区域和其他行业均为 0。

总体而言, 无锡市主城区为招聘需求的高 - 高聚集区, 该区域内企业经营状况良好, 受疫情的影响, 如广告/媒体等行业存在扩张与向无锡东部乡镇转移的趋势, 根据《无锡市城市总体规划(2001~2020 年)》提出的无锡市区 6 个城镇组团规划, 安镇、锡北等乡镇是重点发展与能源/原材料相关的机械、纺织、化工、电子等产业的区域, 结合图 4, 疫情后无锡市的招聘就业需求强的区域向东部部分地区转移, 因此存在合理性; 而多个行业招聘需求低 - 低的聚集区主要集中在宜兴市主城区周边各乡镇, 土地利用类型主要是耕地与林地的集中区域[23], 这也反映出宜兴市的乡镇经济市场竞争力下降, 导致出现招聘就业需求低的聚集地区, 受地形的影响、环境保护因素, 产业布局较多分布于主城区, 周边区域为发展的薄弱地带, 尽管成立了省级的宜兴经济开发区, 但目前在短期内难以改变需求低的现状, 而疫情又加剧了对服务业、广告/媒体、计算机/互联网/通信/电子等行业的影响。

5. 结语

本文基于 R 语言抓取了招聘网发布的无锡市 2019 年 2~4 月、2020 年 2~4 月“新冠疫情”前后各行业的招聘数据, 利用统计分析法, 核密度分析法、全局自相关法、LISA 空间类型法等方法揭示了疫情对无锡市招聘就业市场的影响和空间分布特征, 主要结论如下:

1) 受疫情影响, 无锡市经济发展增速减缓, 导致招聘单位、职位的种类以及发布的职位数量比疫情前分别下降了 1.7%、11%与 18.1%, 其中对会计/金融业/银行/保险、服务业的影响最大, 表明疫情对无锡市的就业市场冲击较大, 就业需求减弱意味着今年的就业形势更加严峻。

2) 无锡市招聘需求呈现“一团两核”的空间分布, 招聘就业需求的核心地带为无锡市主城区、江阴和宜兴市区; 疫情后招聘需求强的区域向前洲、洛社、阳山、东港、锡北、羊尖为主的郊区等地转移的趋势, 表明疫情对于无锡市产业布局具有倒逼的影响。

3) 疫情前后无锡市各行业招聘单位的全局 Moran's I 指数均大于 0, 且大部分通过了 0.05 的显著性水平检验, 表明无锡市招聘需求强度较高和较低的区域具有明显的空间集聚现象, 疫情对无锡市各行业的全局自相关性产生不同程度的影响, 即以会计/金融业/银行/保险为代表的行业招聘需求的空间集聚性增强、服务业等行业的空间集聚性降低。

4) LISA 结果显示, 无锡市城区的企业经营状况良好, 为招聘需求高 - 高的聚集区, 且广告/媒体、

贸易/消费/制造/营运与能源/原材料三个行业存在向无锡东部城镇转移的趋势；宜兴市为招聘需求低-低的主要聚集区，疫情后高-高与低-低型聚集区总体均呈增长的趋势；低-高与高-低型聚集区主要分布在主城区和区县范围内，呈面状分散分布，总体数量较少。

尽管目前取得了抗击疫情的阶段性胜利，全行业的复工复产也将疫情对经济的损失降低，但疫情的影响尚未完全结束。近 30 年来，无锡市先后成立了江苏锡山经济开发区、江阴临港经济开发区、江苏宜兴经济开发区等 8 个省级开发区及高新区，范围涉及无锡市主城区、江阴市和宜兴市，主导产业涵盖了服务业、先进制造业、高新技术等产业，而“新冠疫情”对无锡市的各个行业均带来不同程度的影响，招聘需求降低、需求低-低的聚集区域增加；同时应看到倒逼企业转型升级、部分行业需求增加、高-高型聚集区呈增加态势，疫情对无锡市的招聘就业既是挑战也是机遇。从就业需求以及抗击疫情的角度，管理者和决策者应优化产业布局与营商环境，出台相关优惠政策加大对企业的扶持力度，尤其是向招聘就业需求较低的区域，以及向受疫情影响较大的服务业、会计/金融业/银行/保险、专业服务/教育/培训等行业倾斜；其次是关注企业自身发展状况和发展阶段，发挥地方特色产业，使得产业布局达到合理与均衡的状态。本文下一步工作将结合无锡市后续的经济社会统计数据，来定量分析疫情对行业的影响。

基金项目

江苏省自然资源厅指导性科研型项目(2020050)；国家自然科学基金项目(No.41771366)。

参考文献

- [1] 孙晨, 甄峰, 常恩予, 等. 基于招聘网数据的南京市新增就业空间分布[J]. 经济地理, 2016, 36(6): 83-90.
- [2] 高希瑞, 吕斌. 企业情报职业需求分析——基于招聘网的统计与挖掘[J]. 图书情报工作, 2009, 53(4): 9-12.
- [3] 叶振宇. 全球新冠肺炎疫情对我国区域经济的影响与应对[J]. 河北师范大学学报(哲学社会科学版), 2020, 43(4): 134-140.
- [4] 程杰. 新冠疫情对就业的影响及对策建议[J]. 中国发展观察, 2020(Z2): 40-42.
- [5] 赖惠明. 我国会计人才市场需求的统计分析——以智联招聘网为例[J]. 财会月刊, 2015(20): 59-62.
- [6] 祝坤福, 高翔, 杨翠红, 等. 新冠肺炎疫情对全球生产体系的冲击和我国产业链加速外移的风险分析[J]. 中国科学院院刊, 2020, 35(3): 283-288.
- [7] 肖尤丹. 新冠肺炎疫情对公共卫生应急法治的重大挑战及对策建议[J]. 中国科学院院刊, 2020, 35(3): 240-247.
- [8] 许小可, 文成, 张光耀, 等. 新冠肺炎爆发前期武汉外流人口的地理去向分布及影响[J]. 电子科技大学学报, 2020, 49(3): 324-329.
- [9] Shahzad, F., Hahzad, U., Fareed, Z., et al. (2020) Asymmetric Nexus between Temperature and COVID-19 in the Top Ten Affected Provinces of China: A Current Application of Quantile-on-Quantile Approach. *Science of the Total Environment*, 736, Article ID: 139115. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139115>
- [10] 无锡市统计局, 国家统计局无锡调查队. 无锡统计年鉴 2019 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2020.
- [11] Xue, K., Ma, R., Duan, H., et al. (2019) Inversion of Inherent Optical Properties in Optically Complex Waters Using Sentinel-3A/OLCI Images: A Case Study Using China's Three Largest Freshwater Lakes. *Remote Sensing of Environment*, 225, 328-346. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.03.006>
- [12] 孙阳, 姚士谋, 张落成. 中国沿海三大城市群城市空间网络拓展分析——以综合交通信息网络为例[J]. 地理科学, 2018, 38(6): 827-837.
- [13] 曾湘泉. 大数据与劳动力市场研究[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2019.
- [14] Gabriel, E. and Baddeley, R.E. (2016) Spatial Point Patterns: Methodology and Applications with R. CRC Press, Boca Raton. <https://doi.org/10.1201/b19708>
- [15] Bivand, R. and Wong, D.W.S. (2018) Comparing Implementations of Global and Local Indicators of Spatial Association. *TEST*, 27, 716-748. <https://doi.org/10.1007/s11749-018-0599-x>
- [16] Tobler, W.R. (1970) A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region. *Economic Geography*, 46, 234-240. <https://doi.org/10.2307/143141>

-
- [17] Plant, R.E. (2018) *Spatial Data Analysis in Ecology and Agriculture Using R*. CRC Press, Boca Raton.
<https://doi.org/10.1201/9781351189910>
 - [18] Wikle, C., Zammit, A. and Cressie, N. (2019) *Spatio-Temporal Statistics with R*. Chapman & Hall/CRC, Boca Raton.
<https://doi.org/10.1201/9781351769723>
 - [19] Aljoufie, M., Brussel, M., Zuidgeest, M., *et al.* (2013) Urban Growth and Transport Infrastructure Interaction in Jeddah between 1980 and 2007. *International Journal of Applied Earth Observation & Geoinformation*, **21**, 493-505.
<https://doi.org/10.1016/j.jag.2012.07.006>
 - [20] 无锡市新产业研究会. 无锡市新产业发展报告: 2019[M]. 上海: 上海社会科学院出版社, 2019.
 - [21] 王慧, 吴晓. 分职业视角下南京市外来工就业空间分布研究——兼论其与城市就业空间的关联[J]. 城市规划, 2019, 43(3): 17-26.
 - [22] 吴静, 张凤, 孙翊, 朱永彬, 刘昌新. 抗疫情助推我国数字化转型: 机遇与挑战[J]. 中国科学院院刊, 2020, 35(3): 306-311.
 - [23] 董超杰, 王英利, 游珍. 农地依存度模型构建及其与社会经济发展关系研究: 以江苏省宜兴市为例[J]. 南通大学学报(自然科学版), 2019, 18(4): 89-94.