

宁波市软件产业空间格局演化及其区位选择^{*1}

谢敏^{1,2} 赵红岩^{*1} 朱娜娜¹ 赵袁军¹

(1. 东华大学旭日工商管理学院, 中国 上海 200051;

2. 浙江医药高等专科学校商学院, 中国浙江 宁波 315100)

【摘要】 基于宁波市 2006、2010、2014 年软件企业数据, 以街道为研究的单元, 探讨了宁波市软件企业空间分布及其演化特征。进一步, 采用负二项回归模型, 验证影响宁波软件企业空间分布及区位选择的影响因素, 并比较其对基础软件企业、应用软件企业及其他软件企业的影响差异。结果发现: 截至 2014 年, 宁波市软件企业的区位选择表现出“两心·一带”的空间分布格局, 但产业集聚中心位置从中心城区向郊区转移, 2006 年之前宁波软件企业主要集聚在市中心海曙区的江厦街道和南门街道, 之后以鄞州区的梅墟街道和首南街道为集聚中心, 呈现典型的郊区化集聚格局。区位通达性、集聚要素、政府政策对软件企业的区位选择具有显著影响, 应用软件企业受区位通达性、办公楼条件及产业基础的影响明显大于基础软件企业和其他软件企业, 而基础软件企业和其他软件企业对软件园区和现代服务业集聚区等政府政策则更为敏感。

【关键词】 软件产业; 产业集聚; 空间格局; 区位选择; 负二项回归; 宁波

【中图分类号】 F259.23 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1000 - 8462 (2017) 04 - 0127 - 08

DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2017.04.016

软件产业作为一种“无污染、微能耗、高效益”的产业, 是信息产业的核心和灵魂, 是现代服务业的重要组成部分。软件产业作为城市经济发展的新引擎, 有利于全面推进现代服务业创新发展, 带动商业、商贸、物流、会展、金融等第三产业全面升级; 有利于集聚人才, 提高城市人口综合素质; 有利于提升城市工业化、信息化和国际化水平, 促进城市产业结构的升级和现代化城市建设^[1]。因此, 研究我国城市软件产业的空间格局演化及其区位选择具有重要的现实意义。

宁波软件产业在本世纪初进入起步阶段, 宁波市软件产业园 2000 年 4 月经宁波市政府批准成立, 2007 年 10 月建成专业园区正式投入使用。从 2003 年开始, 随着制造企业改革的有力推进, 宁波市软件产业快速发展, 每年同比增长 49% 以上, 均高于

¹ 收稿时间: 2016-08-02; 修回时间: 2016-12-14

基金项目: 浙江省自然科学基金面上项目 (LY16G030020); 浙江省哲学社会科学规划课题研究成果 (14NDJC241YB); 宁波市与中国社会科学院战略合作民营经济研究中心项目“宁波市区域品牌的发展战略与对策研究”成果; 宁波市科技局软科学项目 (2011A1057); 国家自然科学基金项目 (71372001); 浙江省自然科学基金项目 (LY17D010007); 中央高校基本科研业务费专项资金资助 (CUSF-DH-D-2015065); 国家留学基金委资助项 (201506630047)

作者简介: 谢敏 (1979—), 女, 浙江天台人, 博士研究生, 副教授。主要研究方向为区域创新、空间计量。E-mail: 41621545@qq.com。

***通讯作者:** 赵红岩 (1963—), 女, 湖北黄陂人, 教授, 博士生导师。主要研究方向为区域经济、企业战略管理。E-mail: zhhy63@126.com。

全国平均增长速度。宁波软件产业具有为现代服务业、嵌入多个生产行业的显著特征。但与国内一线城市相比,仍然存在企业创新能力不足、规模小、人才短缺、园区配套建设相对滞后和产业空间布局不够合理等问题。基于此,本研究以宁波市街道为研究单元分析软件产业的空间分布特征,并利用负二项回归模型研究影响宁波市软件企业区位选择的因素,在此基础上对宁波软件企业空间演变进行探讨。

1 理论基础

软件产业空间集聚和企业区位选择研究引起学者们的热点关注^[2]。整体看来,从空间的视角研究软件产业可归纳为三个方面:空间布局、时间演化、区位选择的影响因素。

在国外,Egan 通过比较两个时间截面上的全球软件产业分布特点,得出软件产业正逐渐从其起源中心向外扩散,但并没有绝对分散,认为软件产业的劳动力空间分异是扩散的本质原因,并提出了“应用区”是软件产业新兴的空间分布形式^[3]。Evans 利用 GIS 密度图分析了全球软件产业的增长份额情况,发现班加罗尔和都柏林是本世纪软件产业增长最显著的城市,并在研究英国伦敦创意产业分布的过程中发现,区位集聚因素对休闲软件业的影响特别明显^[4]。Arai 对日本软件产业空间格局演化的实证研究同样发现,日本软件产业空间格局分布主要集中在几个中心城区内,具有显著的不均衡性^[5]。Weterings 研究了荷兰软件产业空间布局与演化的动态性,指出了荷兰软件产业演化中出现非随机集聚于大城市区域的现象^[6]。Kesidou、Riain、Pedersen 等选取乌拉圭、爱尔兰、瑞士等软件产业空间布局为研究对象,也得出了以上相同的观点^[7-9]。Kambhampati^[10]在分析印度非大都市区和大都市区软件产业空间分布现象时,发现印度软件部门主要集聚在孟买、德里、班加罗尔等三大都市区,同时班加罗尔软件产业产值位居印度之首。Stanback 研究指出美国纽约、费城、芝加哥、亚特兰大等城市的软件产业区位选择更倾向于郊区^[11]。Aranya 通过问卷与访谈的方法对班加罗尔的软件产业区位演化进行了深入的研究^[12]。Arora 研究表明印度吸引美国软件产业转移的重要影响因素是金融服务能力、人力成本、通讯设施,同时技术能力与创新氛围也是相对比较重要的影响因素^[13]。Wailing Zhao 等试图挖掘全世界软件产业大规模向印度与中国扩散的原因,分别选取两国政策制度支持、人力资本与教育、历史传承、市场需求、全球化等因素比较分析了中国与印度软件外包业的发展竞争力^[14]。

国内学者闫小培、覃成林等分别对高新技术产业的城市内部空间布局进行了分析研究,发现中国城市内部高新技术产业的集聚分布特征比较明显^[15-16]。薛澜等、杜德斌等研究指出北京、上海、深圳等超一线城市是 IT 跨国公司在中国的空间分布高度集聚区,长三角地区是 IT 跨国公司倾向于集聚的区域^[17-18]。袁丰等研究了苏州市区信息通讯企业的时空集聚成因,发现开发区建设、城市内外交通条件、自然环境条件、产业集聚等因素对新企业区位选择具有显著影响^[19]。李琳等选取高科技产业为实证研究对象,发现其空间布局极不平衡,空间集聚要素是高科技企业区位选择的显著影响因素^[20]。毕秀晶等运用 GIS 技术、社会网络分析、负二项回归等方法,探讨了上海大都市区软件产业的空间分布、演变特征及影响因素^[21]。与国外研究相比,中国软件产业空间集聚和企业区位选择的研究甚少。

2 研究设计

2.1 数据来源

本研究中软件企业数据来自宁波市工商局登记的企业信息(不包括企业非法人、个体),分别统计了截止到 2006 年末、2010 年末、2014 年末所有具有独立法人资格的企业信息。包括企业名称、地址、邮编、成立年份、企业性质、经营范围、企业规模等特征数据。2006 年末企业信息共有 411 条,2010 年末有 1 146 条,2014 年末有 2 292 条。利用企业的地址信息将 2006、2010 和 2014 年企业分别与宁波市乡镇街道矢量图匹配,得到 3 个年份的宁波市软件企业空间分布图。为进一步探讨软件产业空间格局演化与区位选择的相关性,本文按照国民经济行业代码(2000 版)分类标准将软件企业分为应用软件企业(通用与行业应用)、基础软件企业、其他软件企业,按照企业从业人员数量将企业分为大企业、中大型企业、中小企业、小企业,并在数据处理过程中分别赋予了不同的属性值。

本研究以宁波大市作为研究区域，共包含 66 个街道、78 个镇、11 个乡，分别属于海曙区、北仑区、镇海区、江东区、江北区、鄞州区、慈溪市、余姚市、奉化市、宁海县、象山县管辖，涵盖宁波市的中心城区、郊区、县级市。对照 ArcGIS10.2 中 2014 年宁波市地图街道信息，建立软件企业街道信息数据库。将乡镇街道作为空间分析最小单元，选取 2006、2010、2014 年三个时间节点的宁波软件企业数据，将统计数据转换为空间数据。

2.2 研究方法

2.2.1 空间数据分析

本文用热点分析方法说明宁波软件企业局部空间集聚类型：低值簇和高值簇也就是冷点区和热点区的空间分布情况，计算公式如下：

$$G_i^*(d) = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ij}(d)x_j}{\sum_{j=1}^n x_j} \quad (1)$$

对其进行标准化处理，公式（3）转化为：

$$Z(G_i^*(d)) = \frac{G_i^*(d) - E(G_i^*(d))}{\sqrt{\text{Var}(G_i^*(d))}} \quad (2)$$

式中： $E(G_i^*(d))$ 、 $\text{Var}(G_i^*(d))$ 表示 $G_i^*(d)$ 的数学期望和方差。得到的 $Z(G_i^*(d))$ 值显著，且为正，表明在研究期间内街道 i 及其周围地区软件企业数量多，属于高值空间集聚区域，也就是热点区；反之 $Z(G_i^*(d))$ 值显著，并为负，表明在研究期间内街道 i 及其周围地区软件企业数量少，属于低值空间集聚区域，也就是冷点区。

2.2.2 负二项回归分析模型

企业区位选择可以看作是空间单元内企业数量与影响要素的效用函数，研究因变量为企业数量，其观测值为离散的非负整数，观测值为 0 的情况出现得较为频繁。所以可以假设其服从 Poisson 分布，使用 Poisson 回归模型分析企业区位选择的影响要素。毕秀晶也使用负二项回归方法分析了政府政策、交通通达性对上海市软件企业区位选择的影响 [21]，章文 2014 年使用该模型分析了深圳市服装企业在街道单元区位选择 [22]。

假设宁波市第 i 个空间单元内软件企业数量 y_i 服从参数为 λ_i 泊松分布，在研究单元内观测到的软件企业数量为 y_i 的概率为：

$$P(Y_i = y_i | X_i) = \frac{e^{-\lambda_i} \lambda_i^{y_i}}{y_i!} \quad (3)$$

$$\lambda_i = e^{\beta x_i} \quad i = 1, 2, 3, 4 \dots \quad (4)$$

式中： λ_i 取决于解释变量 x_i ； β 是变量的回归系数向量，对参数 β 进行广义线性模型（Generalized Linear Model）中的最大似然估计（Maximum Likelihood Estimation, MLE）：

$$L(\beta) = \sum_{i=1}^n [y_i \lambda_i - \lambda_i - \ln(y_i!)] \quad (5)$$

泊松回归模型一个关键假定是因变量的条件均值和条件方差相等，即分散均匀，并且等于 λ_i 。即：

$$\text{var}(Y_i | X_i, \beta) = E(Y_i | X_i, \beta) = m(X_i, \beta) = \lambda_i \quad (6)$$

但是这个假设在实际应用中很难满足^[23-24]，如果条件均值小于条件方差，即样本中出现过度分散的问题，将导致泊松回归模型结果出现偏差。这样的模型一般服从负二项回归模型（Negative Binomial Regression Model），负二项回归模型允许因变量条件方差与条件均值不相等，其对数似然函数为：

$$L(\beta, \eta) = \sum_{i=1}^n \{y_i \ln(\eta^2 \lambda) - (y_i + 1/\eta^2) \ln(1 + \eta^2 \lambda_i) + \ln \Gamma(y_i + 1/\eta^2) - \ln(y_i!) - \ln \Gamma(1/\eta^2)\} \quad (7)$$

3 空间分布及演化特征

3.1 空间分布特征

本研究分别以区县和街道为行政单元系统地分析软件企业在宁波市的空间分布格局以及演化情况。区县级政区是宁波行政区划的最高级单元，从区县级行政角度分析宁波软件企业的分布特征，见表1。分析表1可以看出宁波市软件企业总体分布不均衡，主要分布在老三区（中心城区）和鄞州新区（郊区），随着2007年10月宁波软件园区正式投入使用，郊区的企业比例不断增大。2014年中心城区分布了47.6%的软件企业，低于2004年的52.5%；2006年郊区软件企业数量为172家，占全市的40.5%，这个比例在2010、2014年增长为45.5%、48.5%，郊区化特征显现。其中，鄞州区软件企业数量除2006年以外始终位于首位，在2014年更高达871家，远远高于其它区县。

表1 不同时段宁波软件企业的区县分布 (单位:个)

Tab.1 Distribution of software firms in Ningbo in different periods

	地区	2006年	2010年	2014年
中心城区	海曙区	125	357	686
	江北区	22	45	64
	江东区	76	179	345
郊区	鄞州区	116	394	871
	镇海区	5	17	48
	北仑区	51	116	198
县(县级市)	奉化市	2	5	8
	慈溪市	22	17	30
	余姚市	3	10	20
	象山县	2	2	19
	宁海县	1	4	12

街道是我国正式规定的最小行政区划,统指镇、乡、街道办事处一级的行政单元。利用 Arc- GIS10.2 软件对 2006、2010、2014 年宁波市软件企业的街道数据进行分析,软件企业在距离城市中心(天一广场)20km 的圈层分布情况,可以得到软件企业的分布和集聚情况(图1)。

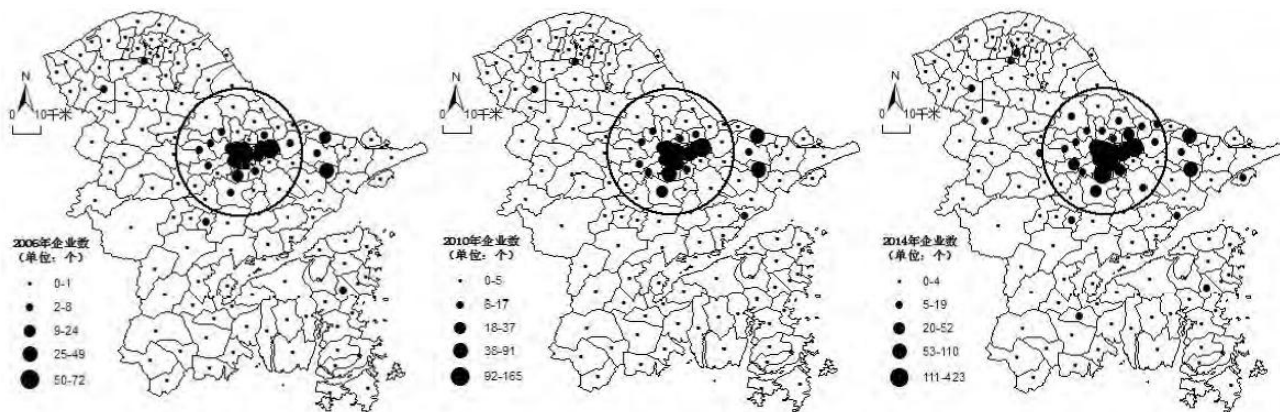


图1 2006、2010、2014年宁波分街道软件企业分布图

Fig.1 Distribution of software firms in Ningbo by sub-district in 2006,2010 and 2014

在 ArcGIS10.2 软件中按照自然间断点分级法将 2006、2010、2014 年各个街道的软件企业数量分为 5 个级别,如图 1。第一级别软件企业数量(2006 年为 50~72 个;2010 年为 92~165 个;2014 年为 111~423 个)大部分集中在距离市中心 20km 的范围内的海曙区、江东区、鄞州区,表现出明显的集聚现象;第二级别的软件企业(2006 年为 25~49 个;2010 年为 38~91 个;2014 年为 53~110 个)除集中在距离市中心 20km 范围内以外,还有部分集中北仑区和慈溪市;第五个级别(2006 年为 0~1 个;2010 年为 0~5 个;2014 年为 0~4 个)零散均匀分布在宁波市各县区。

软件企业的街道区位分布具有城区高度集中、县级市零星分布的不均衡特征。软件企业的空间布局从宁波市范围来看呈现

出“两心·一带”的格局。大量的软件企业集中市中心的海曙区和郊区的鄞州区，构成一个大的集聚中心；在江东区、江北区、北仑区和慈溪市则形成一带小的集聚点；其他地区则零散分布，没有形成集聚中心。

3.2 全局自相关

为了从整体上把握宁波软件企业空间聚类格局及演化情况，根据公式（1）、（2）计算 2006、2010、2014 年软件企业全局空间自相关指数和集聚强度指数（表 2）。2006、2010、2014 年 Moran's I 指数的 Z 检验值都为正且显著，说明相似的观测值趋于空间集聚，也就是说软件企业数量高的街道与数量高的街道相邻，数量低的街道与数量低的街道相邻。从表 2 中可以看到，软件企业数量分布的全局空间自相关指数表现出上升的趋势，说明软件企业集聚的态势不断增强。

表 2 宁波市软件企业全局自相关情况
Tab.2 A whole spatial autocorrelation coefficient of software firms s in Ningbo

	2006 年	2010 年	2014 年
Moran's I	0.159458	0.243392	0.163472
$E(I)$	-0.006494	-0.006494	-0.006494
$Z(I)$	3.783581	5.486982	3.998322
$G(d)$	0.093786	0.102910	0.092787
$E(d)$	0.031336	0.031336	0.031336
$Z(d)$	4.068286	5.700943	4.211685

与 Moran's I 指数只能发现正关联或者负关联的空间集聚模式相比，集聚强度指数能够进一步分析街道单元属于低值集聚还是高值集聚分布模式。 $Z(d)$ 在 1% 的置信区间内显著，三个时间段内 $Z(d)$ 的最小值为 4.068286，值为正且较大，表明宁波市软件企业存在较强的空间集聚性。从 $G(d)$ 和 $E(d)$ 的测算结果看，2006—2014 年 $G(d)$ 一直大于 $E(d)$ ，说明在研究期间内宁波市软件企业在空间上的分布是围绕着几个高强度的集聚中心展开的；具体分析可知 2006—2010 年 $G(d)$ 和 $E(d)$ 的差别逐渐增大，同时 $Z(d)$ 的值也表现出了上升的趋势，表明在这个时间段内高值集聚的趋势增强；2010—2014 年间 $G(d)$ 和 $E(d)$ 越来越接近， $Z(d)$ 的值也表现出了下降的趋势，表明此段时间内高值和低值的集聚中心减少。

3.3 热点区空间演化

Getis-Ord General G 值仅能表明宁波软件企业空间集聚是高聚类分布，不能表明其高低值集聚的具体分布情况。因此，本文进一步基于街道的行政单元根据公式（3）计算各个街道软件企业的 Getis-Ord G_i^* 值，将其空间化，利用 Jenks 自然间断点分级法对 2006、2010、2014 年的 G_i^* 值分为 5 个等级， G_i^* 值较高的街道代表宁波软件企业集聚分布的热点地区， G_i^* 值较低的街道代表宁波软件企业集聚分布的冷点地区，生成的软件企业分布的热点图（图 2）。

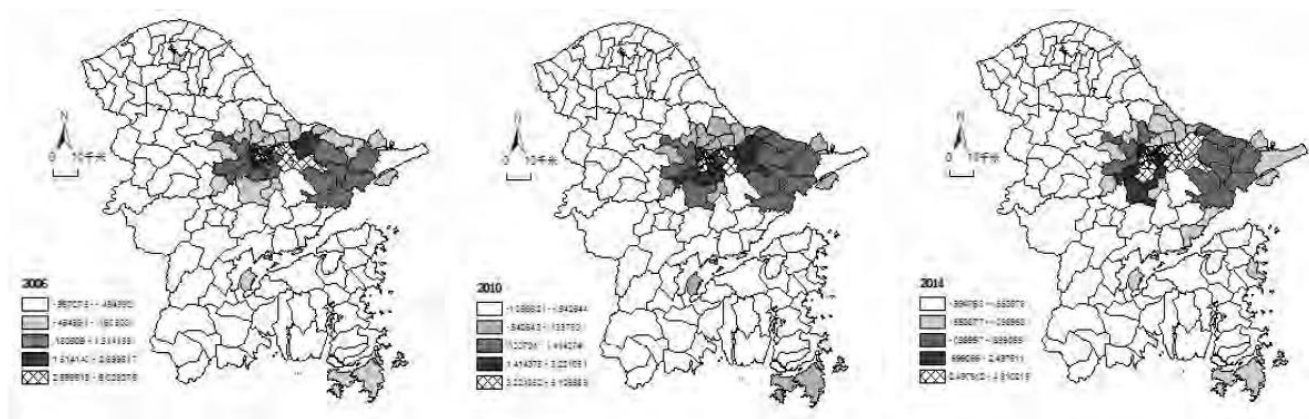


图2 2006、2010、2014年宁波分街道软件企业热点演化
Fig.2 The evolution of hot spots of software firms in Ningbo by sub-district in 2004, 2009 and 2014

由图2可知, 总体而言, 2006—2014年宁波市软件企业的 G^* 值分布表现出“东部大于中部”的趋势, 热点区域、次热点区域由中部向东部呈现块状分布, 表明在研究期间内宁波市软件企业集聚的热点区域集中在东部地区, 西北部则主要是集聚的冷点区域; 热点区域面积逐渐增加, 热点集聚区位置也发生变化。具体而言, 2006年热点区有海曙区的江厦街道、南门街道、西门街道; 江东区的福明街道; 北仑区的保税区; 鄞州区的梅墟街道, 共6条街道。2010年软件企业分布的热点区域在2006年的基础之上又增添了一个: 鄞州区的首南街道, 次热点区域与2006年相比明显增多, 均集中在宁波市中东部的海曙、江东和鄞州等地区。2014年宁波市软件企业分布的热点区域呈现由海曙区向鄞州区转移现象, 明显集聚在鄞州区的梅墟街道(高新区所在街道)和首南街道(南高教园区所在街道), 次热点区域数量有所下降, 原先海曙和江东的部分热点区域成为次热点区域。由此可见, 2014年宁波市郊区(鄞州区)成为软件企业分布的热点区域, 中心城区成为次热点区域和温点区域, 这与前文集聚强度指数先升后降的发展趋势一致。

3.4 不同类型软件企业的空间分布及扩散特征

毕秀晶等按照所有权性质、企业产品类型对上海软件企业进行分类, 从所有权的角度将其分为外资软件企业和内资软件企业; 从企业产品角度将其分为通用应用软件企业、行业应用软件企业、嵌入式软件企业及出口类软件企业等四类^[21]。与上海软件企业相比, 宁波的软件企业具有外资企业甚少、产品类型单一、企业规模偏小的特点, 所以从宁波的具体情况和数据可获得性的角度考虑, 本研究采用《国民经济行业分类》(GB-T4754-2002)的分类标准, 按不同产品类型将宁波软件企业分为基础软件企业、应用软件企业和其他软件企业三大类, 此数据可以直接从宁波市工商局注册登记信息中获得。不同类型的软件企业的主要职能不同, 影响区位选择的因素也存在一定差异, 导致其空间分布及扩散特征不同(图3、图4)。

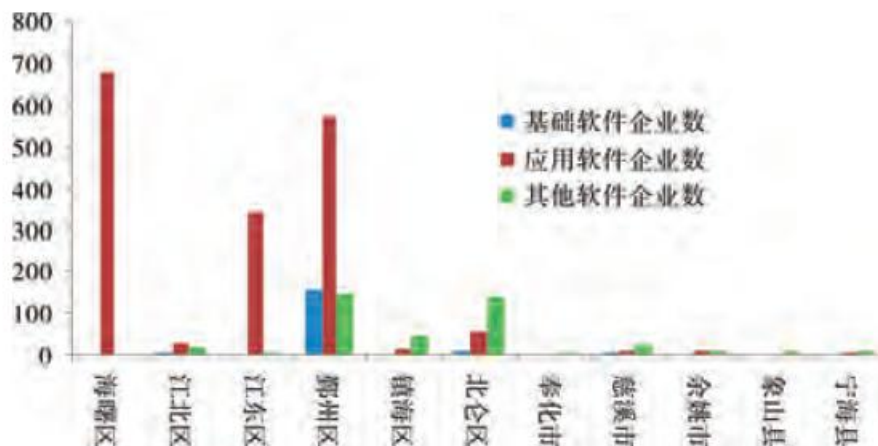


图3 2014年宁波不同类型软件企业的区县分布
Fig.3 Different types of software enterprises in Ningbo County's distribution in 2014

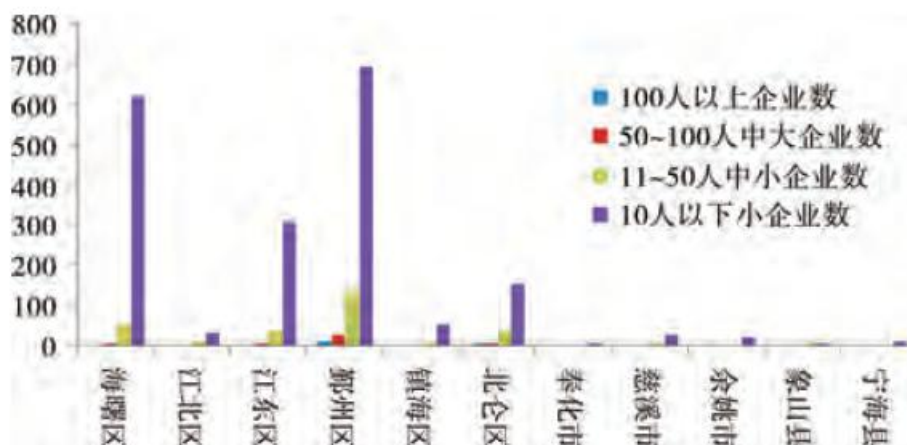


图4 2014年宁波不同规模软件企业的区县分布
Fig.4 Distribution of districts and counties in different scale software enterprises in Ningbo in 2014

应用软件企业集中度最高，企业主要分布在海曙区、江东区 and 鄞州区，呈现“三足鼎立”。以行业应用为导向的软件企业分布范围较小、集聚度最高。企业集中分布在宁波市老三区、鄞州新区与北仑区，比例排名前四位的海曙、鄞州、江东与北仑应用软件企业总和占全部 96.3%。由此可知，宁波应用软件企业在向郊区的软件园区扩散的同时，还有较多仍留在中心城区。原因在于应用类软件的企业中 85% 为行业软件产品开发和应用服务企业，而宁波在 2010 年之前，90% 的注册企业都属于这类企业，且 92.1% 分布在宁波海曙、江东、江北等老三区。基础类软件企业与其他软件企业空间布局相对分散，郊区化现象明显。鄞州、北仑、镇海等区县都有一定比例此类型的软件企业分布（图 3），主要集中分布在鄞州的软件园区。可见，宁波市软件企业形成了以鄞州区为中心的集聚发展新布局。

宁波软件企业以中、小规模企业为主，这两类企业共占全部软件企业的 97.2%，按照企业从业人员规模，将宁波软件企业分

为4类：大企业（从业人员>100人）、中大型企业（51~100人）、中小企业（11~50人）、小企业（10人以下）。4类企业的比重分别为0.98%、1.83%、12.73%、84.46%，其分布状况如图4。大规模企业共有22家，其中13家集中在鄞州区。小规模企业的分布集中度相对较高，郊区扩散以小规模企业为主，鄞州、镇海、北仑三区79.9%软件企业为从业人员低于10人的企业。

4 影响因素分析

4.1 要素分析

影响软件企业区位选择的决策因素日趋多元化，袁丰^[19]、毕秀晶^[21]等提出，传统的资源分布、通达性等区位要素、地方化经济和城市化经济等集聚要素、政府层面的制度要素3方面都是城市软件企业区位选择的主要影响因素；蒋文菊^[1]等则认为政策、市场和外资驱动等因素的综合作用决定了大连软件产业的空间集聚。基于以往的研究，本研究尝试将影响宁波市软件企业区位选择的影响因素归为区位要素、集聚要素、政府政策，具体解释变量及定义见表3。

表3 解释变量指标选取及定义
Tab.3 Explanations of variables

要素	解释变量	定义与解释	预期
区位要素	<i>COLLEGE</i>	是否有高等院校	+
	<i>CBD</i>	是否为CBD所在	+
	<i>GREEN</i>	区域的绿地面积	+
	<i>AIRP</i>	到宁波栎社机场的距离	-
	<i>RAIL</i>	到宁波火车南路的距离	-
	<i>STATION</i>	到宁波客运中心的距离	-
	<i>RDENSITY</i>	区域内的路网密度	+
	<i>PRICE</i>	办公楼价格	-
集聚要素	<i>NUMBER</i>	上一研究时刻(2010年)的软件企业数	+
	<i>CENTER</i>	到天一广场的距离	-
政府政策	<i>SWPARK</i>	有无软件园区	+
	<i>MAREA</i>	是否属于现代服务业集聚区	+

软件产业是创新性产业，人力资源是软件企业运作的灵魂，因此，考虑到人力与知识资源的来源，本文选取了变量COLLEGE，若街道内有与软件产业相关的高校或研究机构，赋值为1，否则为0，期望其回归系数设为正。为了验证娱乐休闲等减压环境对企业区位选择的影响，引入了变量CBD，若街道内有CBD，或者与其邻接区域有，赋值为1，否则为0，期望回归系数设为正。采用变量GREEN来验证周边绿化环境对软件企业区位选择的影响，对有宁波市3级及以上公园的街区赋值为1，否则为0。尽管软件产业的产品及所需的技术和信息具有轻型化的特点，对传统交通工具依赖较少，但企业间的合作、业务联系及员工的上下班都要依赖便捷的交通网络，选取各街道的中心点到宁波栎社机场的距离（ARIP）、宁波火车南路的距离（RAIL）、客运中心的距离（STATION）等变量来验证对外通达性对软件企业区位选择的影响作用。此外，引入市内交通道路密度RDENSITY作为市内交通的衡量指标。RDENSITY的值是每个街区的路网密度，期望回归系数设为正。为了验证软件产业主要空间载体“办公楼”与企业区位选择的相关性，引入办公楼价格这一虚拟变量PRICE，根据宁波地区工业用地价格行情划分，将宁波市办公楼价格划分为9个等级，九级办公楼最便宜，赋值为1；八级办公楼次之，赋值为2，以此类推，一级办公楼最贵，赋值为9。

集聚经济是影响企业区位选择的重要因素，同类企业在空间上集聚可以获得本地化经济^[25]。为验证本地化经济对企业区位选择的作用，选取变量 NUMBER，值为每个街区上一研究时刻的软件企业数，期望回归系数设为正。其次，本文还引入变量 CENTER，用每个街道的中心与天一广场的距离表示城市化经济的影响，期望回归系数设为负。

与外资企业在城市内部区位选择会受到政府优惠政策的影响一样^[26-27]，软件企业也会集聚在软件园、现代服务业集聚区等政府规划区域内^[28]。所以，引入了变量 SWPARK，若街区内有软件园则赋值为 1，否则为 0。软件产业作为现代服务业的组成部分，宁波市现代服务业集聚区规划及相关政策对软件企业也具有一定影响，因此选取变量 MAREA，若街区内有规划的现代服务业集聚区的赋值为 1，否则为 0。

4.2 实证结果

本研究选择 2014 年宁波各街道软件企业数量为被解释变量，以街道为基本单位，选取表 3 中因素为解释变量，有效的样本数量为 155 个，代入上文列出的公式（7）估计得出，alpha 系数均显著不为 0，证明选用负二项回归模型估计的合理性。表 4 分别列出全部软件企业、基础软件企业、应用软件企业及其他软件企业的负二项回归模型估计结果。

表 4 负二项回归模型估计结果
Tab.4 Regression results of negative binomial model

变量	全部软件企业	基础软件企业	应用软件企业	其他软件企业
COLLEGE	0.0734	2.0122	0.5144	1.7457
CBD	0.3417	2.6853	0.8047	2.8697
GREEN	0.2987	0.4158	0.0441	0.1472
AIRP	[-0.0122**]	[-0.8605**]	[-1.4219**]	[-0.5911**]
RAIL	[-0.0999**]	[-0.0875**]	[-1.7060**]	[-0.1617**]
STATION	[-0.0821**]	[-0.3775**]	[-1.5423**]	[-0.3210**]
RDENSITY	[126.83***]	[121.35***]	[144.67***]	[104.73***]
PRICE	[0.2745***]	[0.2580***]	[0.6768***]	[0.3303***]
NUMBER	[0.0739***]	[0.2209***]	[1.0658***]	[0.0787***]
CENTER	[-0.4676**]	[-0.0907**]	[-1.6754***]	[-0.6896**]
SWPARK	2.8999***	6.4933***	0.5893***	8.3419***
MAREA	0.9683***	1.4172***	0.8786***	1.6260***
-cons	0.1868**	0.8753**	2.6248**	1.3167**
Alpha	0.9679***	1.5934**	1.3855**	1.9645**
LL	-347.75	-122.67	-218.02	-221.24
LR	178.21	79.41	151.35	78.35

注：**表示 5% 的显著性水平，***表示 1% 的显著性水平，[] 表示变量是分别引入模型的。

从全部软件企业的回归结果来看，区位要素中 COLLEGE、CBD 和 GREEN 三个解释变量回归结果并不显著，但这并不能说明软件人才获得、生活及娱乐休闲以及绿化环境等因素对软件企业的区位选择没有影响，只是在街道空间尺度下作用不明显。企业

区位选择重要影响因素是区位通达性，市内路网密度（RDENSITY）的回归系数与期望符号相符并通过显著性检验，且回归系数值相对较高，为 126.83。其他到机场的距离（AIRP）、到火车站的距离（RAIL）与到客运中心的距离（STATION）等几个外部交通解释变量回归系数符号均与预期符号相同为负，且均通过显著性检验，但回归系数相对较小，对因变量解释强度不大。由此可知，车站、机场等对外交通枢纽并非软件企业选址的首要考虑，而其更倾向于靠近路网密度高、通达性较好的区位布局。办公楼价格（PRICE）作为另一个区位要素，其回归系数为正，与预期相反，表明地价越高的区域越能吸引软件企业，这看似与企业追求成本最低的准则不相符合，但这表明了区位通达性对软件企业区位选择的重要作用，一般看来地价越高的地方往往也是通达性越好的区域，二者呈现显著的正相关。这同时也是 PRICE 与 AIRP、RAIL、CENT 等变量之间具有较高共线性的原因。集聚要素的二个变量都通过显著性检验，且与预期符号相同，以 2010 年企业分布为代表的地方化经济和到市中心距离对软件企业区位选择均具有一定的影响。在政府政策因素方面，软件园区实施相关人才引进、税收和奖励等优惠政策，提供良好的生活配套和专业服务，对软件企业区位选择有明显的作用，与预期符号一样回归系数为正，值为 2.8999，表明软件园区的空间布局是软件产业空间格局演化与区位选择的重要因素之一。现代服务业集聚区（MAR-EA）的建设对软件企业区位选择也有一定吸引力，由于宁波软件产业具有与本土优势产业相结合的特征，与现代服务业紧密结合，区域内是否有现代服务业集聚区对软件企业区位选择有正向的影响，回归系数大于 0.5。

解释变量对于不同类型软件企业的作用强度是有差异的。虽然代表区位通达性的 AIRP、RAIL、STATION 都显著，并且回归系数为负，说明区位通达性对所有类型的软件企业都具有较强的吸引作用，但比较三类软件企业的回归模型可以发现以下几点差异：第一，区位通达性对应用软件企业的分布影响作用要高于基础软件企业和其他软件企业，应用软件企业 AIRP、RAIL、STATION 的回归系数明显大于其他两类企业，应用软件企业主要包括行业应用软件服务和嵌入式软件服务的企业，其软件企业相关产品涉及金融、会展、通信、办公系统等行业软件产品开发和运用。不难发现宁波应用软件企业的空间分布与各区县的产业结构具有一定相关联，验证了上文分析的应用软件企业集聚海曙区、江东区、鄞州区的“三足鼎立”现象。第二，应用软件企业对办公楼条件的要求更高和对产业基础的依赖性更强，回归系数分别为 0.6768、1.0658，均超过其他两类企业，表明应用软件企业更偏向选址于原有软件企业相对集中的区域。第三，在政策因素方面，软件园区（SWPARK）和现代服务业集聚区（MAREA）对基础软件企业和其他软件企业的作用明显高于应用软件企业，基础软件企业和其他软件企业更倾向于集聚在具有更多优惠政策宁波软件园区（鄞州区）和拥有宁波梅山保税港区物流园区的北仑区。这说明政府有效地规划与引导对于软件企业区位的合理选择和软件产业结构优化起到了重要的作用。

5 结论与讨论

本文基于宁波软件企业的数据，以宁波市街道行政区域为基本空间单元，采用负二项回归模型探讨了影响其区位选择的因素，分析了宁波市软件产业空间格局演化及区位选择，主要得到以下结论：

第一，空间布局方面，宁波软件产业经过近十年的建设和培育，已步入快速发展轨道，软件企业规模迅速扩大，软件企业的区位选择表现出“两心·一带”的空间分布格局，市中心以海曙区的江厦街道和南门街道为集聚中心，东部地区以鄞州区的梅墟街道和首南街道为集聚中心，在江东区、江北区、北仑区和慈溪市则形成一带小的集聚点。

第二，空间演化方面，出现“东部大于中部”即“鄞州区大于老三区”的趋势，热点区域逐渐向东部地区集中，热点区域数量逐渐减少，但是热点区域面积更加集中。具体而言，2006 年热点区域集中在海曙区、江东区、鄞州区和北仑区四个区域，2014 年热点区域则基本在鄞州区，鄞州区成为宁波市软件企业发展的中心地区。对不同类型、不同规模软件企业的定量研究结果发现，基础软件企业、其他软件企业及中小软件企业郊区化特征更明显。宁波市的软件企业在老三区的集聚度逐渐减弱，呈现典

型的郊区化集聚格局。

第三，区位选择方面，宁波市软件企业区位选择机制是政府规划引导下的市场经济作用机制 [29]。研究结果表明，区位通达性、集聚经济、政府政策是软件企业区位选择的主要影响因素，政府通过一系列的政策导向使软件园区成为软件企业理性的区位选择，对企业空间布局决策产生重要作用。软件园区对软件企业区位选择的影响十分显著，但在街道层面与人才产出、生活娱乐及绿化环境相关的 COLLEGE、CBD 及 GREEN 因素没有通过显著性检验。比较不同类型软件企业回归模型的差异，发现应用软件企业受区位通达性、办公楼条件及产业基础的影响明显大于基础软件企业和其他软件企业，而政府政策两个因素软件园区（SWPARK）和现代服务业集聚区（MAREA）对基础软件企业和其他软件企业的作用明显高于应用软件企业。

宁波市政府应进一步发挥市场经济作用下的规划引导机制，依托软件企业向郊区的软件园区集聚及其发达的制造业和优越的港口条件等优势，为宁波发展现代服务业、先进制造业和建设现代化国际港口城市提供一条产业升级的路径，实现软件产业的空间格局重组与城市产业结构优化的有机融合。

参考文献：

- [1] 蒋文菊，王承云. 大连软件产业的空间集聚研究 [J]. 上海师范大学学报：自然科学版，2011，40(4)：435 - 440.
- [2] 毕秀晶，汪明峰，宁越敏. 中国软件产业的空间格局及影响因素分析 [J]. 经济地理，2011，31(1)：84 - 90.
- [3] Egan E A. Application districts: An emerging spatial form in the computer software industry [J]. Journal of Comparative Policy Analysis, 2000, 3(2): 321 - 344.
- [4] Evans G. Creative cities, creative spaces and urban policy [J]. Urban Studies, 2009, 46(5): 1 003 - 1 040.
- [5] Arai Y. Multimedia and internet business clusters in central Tokyo [J]. Urban Geography, 2004, 25(5): 483 - 500.
- [6] Weterings A. Spatial evolution of the Dutch software and computer services industry: First results and a research agenda [R]. Report for the Netherlands Institute for Spatial Research, 2003.
- [7] Kesidou E. Do local knowledge spillovers matter for development? An empirical study of Uruguay's software cluster [J]. World Development, 2008, 36(10): 2 004 - 2 028.
- [8] Riain S O. The politics of mobility in technology-driven commodity chains: Developmental coalitions in the Irish software industry [J]. International Journal of Urban and Regional Research, 2004, 28(3): 42 - 63.
- [9] Pedersen C R, Dalum B. Growth and evolution of the Danish IT sector: Geographical concentration, specialisation, and diversity. Paper to be presented at the DRUID Summer Conference 2006 on Knowledge [C] // Innovation and Competitiveness: Dynamics of firms, networks, regions and institutions. Copenhagen, Denmark, 2006(6): 18 - 20.
- [10] Kambhampati U S. The software industry and development: the case of India [J]. Progress in Development Studies, 2002, 2(1): 23 - 45.
- [11] Stanback T M G. The New Suburbanization: Challenge to the Central City [M]. Boulder: Westview, 1991.

-
- [12] Aranya R. Location theory in reverse? Location for global production in the IT industry of Bangalore [J]. *Environment and Planning A*, 2008, 40: 446 – 463.
- [13] Arora A. The globalization of the software industry: Perspectives and opportunities for developed and developing countries [J]. *Innovation Policy and the Economy*, 2005(5): 1 – 32.
- [14] Wailing Zhao, Chihiro Watanabe. A comparison of institutional systems affecting software advancement in China and India: the role of outsourcing from Japan and the United States [J]. *Technology in Society*, 2008, 30: 429 – 436.
- [15] 阎小培. 信息产业的区位因素分析 [J]. *经济地理*, 1996, 16(1): 1 – 8.
- [16] 覃成林. 高新技术产业布局特征分析 [J]. *人文地理*, 2003, 18(5): 38 – 41.
- [17] 薛澜, 沈群红, 王书贵. 全球化战略下跨国公司在华研发投资布局: 基于跨国公司在华独立研发机构行业分布差异的实证分析 [J]. *管理世界*, 2002(3): 33 – 42.
- [18] 杜德斌, 孙一飞, 盛垒, 等. 跨国公司在华 R&D 机构的空间集聚研究 [J]. *世界地理研究*, 2010, 19(3): 1 – 13.
- [19] 袁丰, 魏也华, 陈雯, 等. 苏州市区信息通讯企业空间集聚与新企业选址 [J]. *地理学报*, 2010, 65(2): 153 – 163.
- [20] 李琳, 韩宝龙. 地理与认知邻近对高技术产业集群创新影响——以我国软件产业集群为典型案例 [J]. *地理研究*, 2011, 30(9): 1 593 – 1 604.
- [21] 毕秀晶, 汪明峰, 李健, 等. 上海大都市区软件产业空间集聚与郊区化 [J]. *地理学报*, 2011, 66(12): 1682 – 1694.
- [22] 章文, 黎夏. 深圳服装业空间演化及影响因素分析 [J]. *热带地理*, 2014, 34(4): 534 – 543.
- [23] 吕卫国, 陈雯. 制造业企业区位选择与南京城市空间重构 [J]. *地理学报*, 2009, 62(2): 142 – 152.
- [24] 蒋天颖. 浙江省区域创新产出空间分异特征及成因 [J]. *地理学报*, 2014, 33(10): 1 825 – 1 836.
- [25] 郭付友, 陈才, 刘继生, 等. 转型期长春市服务空间与城市功能空间关系特征研究 [J]. *地理科学*, 2015, 35(5): 299 – 305.
- [26] Zhao P J, Lu B, Gert D. Impact of the jobs-housing balance on urban commuting in Beijing in the transformation era [J]. *Journal of Transport Geography*, 2011, 19: 59 – 69.
- [27] Kevin O' Connor. Global city regions and the location of logistics activity [J]. *Journal of Transport Geography*, 2013, 3(18): 354 – 362.
- [28] 徐建伟, 葛岳静, 刘璐, 等. 优势、创新与俘获型价值链突破——以爱尔兰、印度软件产业发展为例 [J]. *经济地理*, 2010, 30(2): 193 – 199.

[29] 蒋天颖, 史亚男. 宁波市物流企业空间格局演化及影响因素 [J]. 经济地理, 2015, 35(10): 130 - 138.