引文格式：施斌, 井发明, 张浩宽. 基于GIS的乡镇工业用地空间分布研究[J]. 地理空间信息, 2023, 21(4): 82-84. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2023.04.020

基于GIS的乡镇工业用地空间分布研究

施　斌[1]，井发明[1]，张浩宽[1]
（1. 宁波市测绘和遥感技术研究院，浙江 宁波 315000）

摘　要：研究工业用地空间分布特征，对调整优化国土空间格局具有重要参考意义。以宁波一乡镇工业用地为研究对象，基于GIS格网分析和冷热点分析，研究乡镇工业用地的空间分布特征，并通过GIS叠置分析和缓冲区分析辅助分析其空间分布成因。研究结果表明：基于GIS的工业用地空间布局研究方法，能够有效揭示乡镇工业用地的空间分布特征、规律和成因。

关键词：GIS；工业用地；空间布局；空间集聚分析
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2023）04-0082-03

Research on Spatial Distribution of Industrial Land in Towns Based on GIS

SHI Bin[1], JING Faming[1], ZHANG Haokuan[1]
(1. Ningbo Technology Institute of Surveying and Remote Sensing, Ningbo 315000, China)

Abstract: Studying the spatial distribution characteristics of industrial land is of great reference to adjust and optimize territory spatial pattern. Taking one rural industrial land in Ningbo as the research object, we used GIS grid analysis and cold-hot spot analysis to study the spatial distribution characteristics of rural industrial land. Then, we used GIS overlay analysis and buffer analysis to analyze the causes of spatial distribution. The result shows that the research method of industrial land spatial layout based on GIScan effectively reveal the spatial distribution characteristics, laws and causes of rural industrial land.

Key words: GIS, industrial land, spatial distribution, spatial agglomeration analysis

目前，我国经济社会发展正逐步进入正常发展轨道。2020年，我国国内生产总值较去年增长2.3%[1]，是全球唯一实现经济正增长的主要经济体。其中，以工业为代表的第二产业增加值比重占GDP的37.8%，已经成为我国经济社会高质量发展的重要推动力。伴随着工业经济增长，工业用地面积也在稳步增长，2019年全国工业用地总面积为14 024.17 km^2，较2015年增长了9.3%[2]。在快速工业化和城镇化过程中，部分地区由于缺乏国土空间规划和相关刚性管控手段，使工业用地逐步暴露出布局散乱等问题[3]，并进一步导致人居环境质量和经济发展质量下降，这一现象在广大乡镇地区尤为普遍。因此，开展乡镇工业用地空间分布研究，对于优化国土空间开发保护格局、推进节约集约用地、促进经济高质量发展等具有重要的参考作用。

当前，国内外学者对乡镇工业用地的研究主要集中在时空演化、产权分析、制度分析、模式研究、效率评价等方面[4]，对工业用地的空间集聚分析研究较少。本文以宁波市S镇工业用地为研究对象，进行GIS格网分析和冷热点分析，探索乡镇工业用地空间分布特征。

1　研究区概况、资料来源和研究方法

1.1　研究区概况

本文研究区域为宁波市S镇。S镇位于浙江杭州湾南岸，面积约22 km^2，地势平坦，交通便利，是一个贸工农全面发展的商贸重镇。S镇工业企业用地约占全镇总面积的9%。2020年，S镇实现国内生产总值50.0亿元，人均生产总值达14.4万元，镇上现有规上工业企业41家，规模以上工业总产值为32.5亿元。

1.2　资料来源

本文基础数据采用2020年S镇国土资源利用细化调查成果，工业用地图斑最小上图面积为50 m^2。同时，收集到S镇国土空间总体规划和宁波市工业集聚区规划等资料，为有关分析提供数据支撑。

1.3　研究方法

1.3.1　格网分析

通过调查得到的用地图斑多为不规则的几何形

收稿日期：2021-08-05；修回日期：2021-09-16。
第一作者简介：施斌（1989—），硕士，工程师，注册测绘师，研究方向为自然资源和规划调查监测，E-mail：371888377@qq.com。

状，一般算法不支持对其直接分析。故先对用地图斑进行网格化分割，以格网的形式对目标区域进行空间分析。格网以矩阵的方式进行描述[5]：

$$\boldsymbol{P}_{ki}=\left(X_i,\ Y_i\right) \tag{1}$$

式中，k 为第 k 个图斑；i 为图斑里第 i 个网格；$\boldsymbol{P}$ 为图斑矩阵。X_i 为第 i 个格网的横坐标，Y_i 为第 i 个格网的纵坐标。

采用如下公式计算格网密度：

$$S_k=A_k\Big/\left(X_{\max}-X_{\min}\right)\left(Y_{\max}-Y_{\min}\right) \tag{2}$$

式中，k 为第 k 个图斑；S 为 k 格网密度（其值为0~1），A 为 k 格网内的图斑面积；$X_{\max}$，$X_{\min}$，$Y_{\max}$，$Y_{\min}$ 分别为第 k 个图斑的横坐标最大与最小值，纵坐标最大与最小值。

1.3.2　冷热点分析

格网分析虽然可以直观、定量地展现各区域间用地规模的差异，但很难直观表现出用地规模在空间上的聚类变化，因此本文使用 Getis-Ord G_i^* 统计指数来判定目标区域的冷点和热点聚类，其计算公式为[6]：

$$G_i^*=\frac{\sum_{j=1}^{n}w_{i,j}x_j-\bar{X}\sum_{j=1}^{n}w_{i,j}}{S\sqrt{\dfrac{\left[n\sum_{j=1}^{n}w_{i,j}^2-\left(\sum_{j=1}^{n}w_{i,j}\right)^2\right]}{n-1}}} \tag{3}$$

式中，x_j 为要素 j 的属性值；$w_{i,j}$ 为要素 i 和 j 之间的空间权重；n 为要素总数，且：

$$\bar{X}=\frac{\sum_{j=1}^{n}x_j}{n} \tag{4}$$

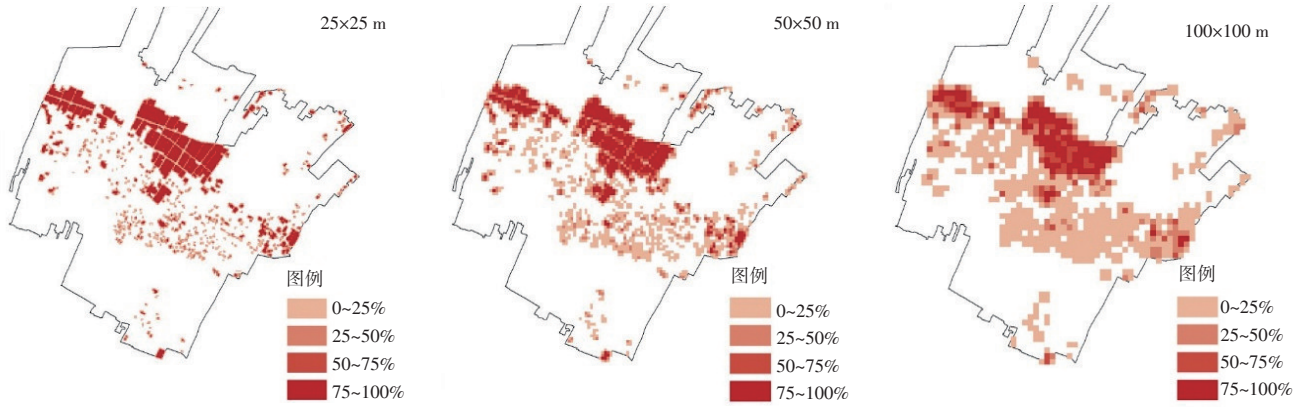
$$S=\sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n}x_j^2}{n}-\left(\bar{X}\right)^2} \tag{5}$$

数据集中的每个要素返回的 G_i^* 统计就是 z 得分。对于具有显著统计学意义的正的 z 得分，z 得分越高，高值（热点）的聚类就越紧密。对于统计学上的显著性负 z 得分，z 得分越低，低值（冷点）的聚类就越紧密。

2　结果与分析

2.1　格网分析

将工业用地调查成果在ArcGIS软件中进行空间化展示，获得S镇工业用地空间分布图。从整体上看，工业用地呈中部及中西部集中分布、其他区域零星分散的格局。分别采用25×25 m、50×50 m、100×100 m等空间尺度对工业用地进行格网化处理，并计算格网密度，最终将格网密度分为4个级别进行展示（图1）。对格网分析结果作进一步研究，发现当格网尺度为25×25 m及以下时，整体空间被次级道路等分割过于破碎，难以反映工业集聚特征；当格网尺度为100×100 m及以上时，工业集聚区边界开始模糊，难以较好地展现工业集聚区的范围。因此，采用50×50 m的空间格网尺度适宜展现S镇工业用地分布特征。



a 25×25 m　　b 50×50 m　　c 100×100 m

图1　不同空间尺度下的工业用地格网密度图

2.2　冷热点分析

在格网分析成果的基础上，将格网密度作为数据分析要素，进行冷热点分析（表1），热点置信度越高表示空间关联度（聚类度）越高，反之，冷点置信度

表1 冷热点面积占比统计表

冷热点区间	冷点99%以上	冷点95%~99%	冷点90%~95%	均衡点	热点90%~95%	热点95%~99%	热点99%以上
面积占比	1.22%	0.22%	7.71%	5.65%	7.98%	13.07%	64.14%

越高表示空间关联度（聚类度）越低。S镇工业空间热点区主要集中在中部、中西部以及中东部区域，占全镇工业用地总面积的85.19%；冷点区集中在中南部等其他区域，占全镇工业用地总面积的9.15%。

2.3 成因分析

影响乡镇工业用地布局因素一般有自然地理因素、交通因素、人为因素和集聚与分散因素等[7]。在对S镇工业用地现状分布成因作进一步分析研究后，笔者认为影响S镇工业用地分布的主要成因有交通因素、人为因素和集聚因素。

1）交通因素。交通是各类区域空间信息交流的纽带，决定了空间相互作用的深度和广度。交通的可达性、运费、运输时间都是乡镇工业用地布局时应当考虑的要素。同时，由于乡镇受到其周边城市辐射作用的影响，一些由城市迁入乡镇的工业企业，大都选择沿着交通干道进行分散布局，以求得良好的区域通达性。笔者将S镇工业用地冷热点分析图叠加交通路网图后做缓冲区分析，发现S镇工业用地主要沿镇内唯一的地面主干道分布，且工业用地大多集中分布在主干道600 m范围内。

2）人为因素。人为因素主要包括空间规划和政策制度等因素。一方面，通过乡镇级的国土空间总体规划、产业集聚区规划等，有效管控了乡镇工业用地布局范围及布局方式；另一方面，各类产业用地政策、招商引资政策等，在一定程度上影响了工业项目的落地选择。笔者将S镇工业用地冷热点分析图叠加工业集聚区规划图，发现工业集聚区范围内工业企业的集聚度较高。

3）集聚与分散因素。集聚与分散的动力源于规模效应的作用。集聚因素是指一定量的生产集中在特定的场所带来的生产或销售成本的降低；分散因素是集中的反作用力，是指远离集中区域所带来的低价房租、交通运输等成本降低。集聚因素带来了乡镇工业用地的向外扩张，并且形成了紧凑的布局形式，而分散因素促使产生新工业用地，促使乡镇工业用地的不断扩张。图5反映出S镇工业集聚区内聚集了大量工业企业，且形成了以设备制造为代表的产业规模效应。但集聚区由于受耕地保护政策等影响已无法扩容，而规模效应又助推了工业企业的快速成长，因此在主干道东西两端又形成了若干工业集聚点。

3 结 语

土地要素是发展乡镇工业不可或缺的重要因素之一。对乡镇工业用地空间分布的研究，可以直观地了解当地工业的发展情况和发展质量，更好地反映土地利用现状情况，并在一定程度上影响空间规划的编制和产业政策的制定。本文应用GIS格网分析和空间聚类分析，通过选择适当的格网空间尺度，从整体格局上有效分析了乡镇工业用地的空间分布特征，并通过GIS叠置分析和缓冲区分析，阐述和论证了其空间分布形成的三大因素，有效揭示了乡镇工业用地的空间分布规律。

参考文献

[1] 国家统计局. 中国统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社，2019-2020

[2] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 中国城市建设统计年鉴[M]. 北京:中国计划出版社,2015-2020

[3] 张磊,陈晓琴,董晓翠,等. 三生互斥视角下工业用地空间布局优化:以天津市为例[J].地理与地理信息科学,2019,35(3):113-119

[4] 冯婷,戈大专,乔伟峰,等. 21世纪以来苏南乡村工业用地演变特征研究:以江阴市为例[J].长江流域资源与环境,2019,28(12):2 838-2 847

[5] 苗作华,陈勇,曾向阳. 基于斑块聚集的城市土地利用空间布局研究[J]. 地理与地理信息科学,2013,29(1):56-59

[6] ESRI Inc. 热点分析(Getis-Ord Gi*)的工作原理[EB/OL].(2021-06-18)[2021-08-05]. https://desktop.arcgis.com/zh-cn/arcmap/10.3/tools/spatial-statistics-toolbox/h-how-hot-spot-analysis-getis-ord-gi-spatial-stati.htm

[7] 吴南,刘征. 小城镇工业用地布局研究[J]. 小城镇建设,2011(10):97-99