

基于 GIS 的海南省人口空间分布模式统计分析

宋洁华^①，李建松^②，谢跟踪^①，康 燕^③，李少伟^④

(^①海南师范大学地理与旅游学院, 海南海口 571158 ^②武汉大学遥感信息工程学院, 武汉 430079
^③浙江有色测绘院信息中心, 浙江绍兴 312000 ^④温州市规划信息中心, 浙江温州 325003)

【摘 要】在 GIS 平台上利用空间自相关统计分析方法对海南省人口的全局和局部空间差异的特征、分布形态与变化趋势进行初步的探索分析, 从根本上改变了传统的统计分析观念, 改善了统计分析方法与方式。研究的结果显示, 海南省人口分布呈现显著的空间相关性, 且表现为从中部山区逐渐向周边沿海区域扩展的环带状聚集模式。根据这一结论提出几点促进海南省未来人口与经济可持续发展的建议。
【关键词】GIS 空间统计分析; 空间分布模式; 海南省
【中图分类号】P208 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1009-2307(2008)06-0144-02
DOI: 10.3771/j.issn.1009-2307.2008.06.050

1 引言

据统计, 现实生活中大约 85% 的数据是与空间位置有关的。统计信息作为一定空间地域上各种社会经济现象的反映, 其必然要考虑被反映对象的空间位置、空间活动状态, 以及在空间上的相互作用、相互影响。才能较客观、系统地描述统计现象的全貌^[1]。
人口是区域可持续发展的核心要素, 是制定区域可持续发展规则, 以及国土整治、城乡建设规则、环境规则、环境管理与保护等工作的一项重要科学依据^[2]。人口信息除了其本身的自然属性、社会经济属性和文化特征外, 还具有空间特征^[2], 传统的人口普查统计方法往往只注重人口信息的数量特征, 忽略了人口的空间特征。海南岛是我国的第二大岛屿, 其在自然地理环境、社会历史、社会经济条件等因素作用下, 人口呈现出特殊的地理分布格局, 本文旨在利用空间统计分析方法研究海南省区域人口的空间分布模式, 开拓人口信息应用与服务的新途径, 从而更好地为研究海南省人口规律、制定人口政策以及经济与社会可持续发展战略服务。

2 空间分布模式的建立

2.1 研究对象及数据来源

空间统计学的一个重要概念是随机变量, 它是根据某一概率分布, 能采取许多结果的一种变量^[3]。本文是以海南省人口统计数据这一随机变量作为研究的对象。研究的范围为海南省 18 个行政单元 (主要包括海口、三亚 2 个地级市, 五指山、琼海、儋州、文昌四个县级市和万宁、屯昌、定安、澄迈、临高五个县, 保亭、琼中、白沙、陵水、昌江、乐东、东方 7 个民族自治县, 不包括西、中、南沙群岛办事处)。研究的原始数据来源于海南省 2003 年行政单元数据层 (图形数据, 以县市为单位) 以及 1988 年和 2003 年海南省统计年鉴提供的人口统计数据 (属性数据, 以县市为统计单元)。

2.2 空间权重矩阵的建立

为了揭示现象之间的空间联系, 首先需要定义空间对象的相互邻接关系。通常以一个二元对称空间权重矩阵 W_i 来表达 n 个位置的空间区域的邻近关系, 其形式如下:

$$W_i = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{n1} & w_{n2} & \dots & w_{nn} \end{bmatrix}$$

式中: w_{ij} 表示区域 i 与 j 的邻近关系, 它可以根据邻接标准或距离标准来度量。由于本文研究的是海南省各县市人口统计变量的空间自相关性, 地理统计单元为不规则的面状区域, 因此空间单元之间的空间权重可采用邻接标准来计算, 若区域之间相邻则 $w_{ij}=1$ 否则 $w_{ij}=0$ 。采用这种方法建立空间权重矩阵易于实现, 且空间权重矩阵与图层之间建立了实时的链接, 便于更新和维护。

3 海南省区域人口密度空间分布模式的探测与分析

3.1 全局空间分布模式

全局空间关联指标用于探测某现象在整个研究区域的空间分布模式, 分析其是否有聚集特性存在。Moran's I 和 G^* Statistics 是比较常用的全局指标。其中 G^* Statistics 的计算公式如下^[4]:

$$I = \frac{n}{s_0} \times \frac{z'wz}{zz}$$

式中, z 是观测值与均值的离差向量, w 是二值 (0-1) 空间权重矩阵, n 是空间观测单元数量, $s_0 = \sum \sum w_{ij}$ 。
经计算, 2003 年海南省区域人口密度的 G^* Statistics 指数为 0.1912, 标准化 Z 值为 2.2027, 大于正态分布 99% 置信区间双侧检验阈值 2.17。这表明海南省人口不是随机分布, 而是呈现出显著的空间集聚模式, 即人口分布的高密度区与高密度区邻接, 低密度区与低密度区邻接。另外, 由于海口市的人口密度远远超出全省其他市县的人口密度, 如果排除海口市这一突出点, 重新计算得到新的全局 Moran's I 值为 0.43101, 标准化 Z 值为 4.3146, 空间集聚的程度大大增加了。这说明海口市在人口凝聚力上与周边区域存在比较大的差异, 从而对 Moran's I 指数的计算结果产生较大影响。
3.2 局部空间分布模式

全局指标仅仅使用一个单一的值来反映一定范围内的自相关, 能够判断出现象在空间上的整体分布情况, 但很难发现存在于不同位置区域的空间关联模式^[5,6]。而局部相关指标则可以度量每个区域与周边区域之间的局部空间关联与空间差异程度。Local Moran's I 与 G^* Statistics 相对应, 用来分析统计对象在局部上的空间关联情况, 其计算



作者简介: 宋洁华 (1981—), 女, 海南师范大学资源环境与旅游系讲师, 研究方向为地理信息系统应用。
E-mail: jiehuasong@yahoo.com.cn

收稿日期: 2007-01-08
基金项目: 海南师范大学青年教师科研项目 (项目批准号: HSQN0611)

公式如下^[5]:

$$I = \frac{\sum_j w_{ij} z_j}{\sum_j w_{ij}}$$
式中 z_j 和 z_i 是区域 j 和 i 上观测值的标准化, w 是空间权重, 其中, $\sum_j w_{ij} = 1$ 。

图 1 为海南省各市县 Local Moran's I 指数计算结果。图 2 为相应的 Moran 散点图。由图 1、图 2 可见, 海南省存在 3 个非常明显的“高一高”集聚(热点), 分别位于海口市、临高县和定安县。整个研究区近半数的区域呈现为“低—低”集聚(冷点), 主要是位于海南省中部的一些山区。在“高一高”集聚和“低—低”集聚区之间的区域则表现为“高一低”关联。此外, 还存在一个“低—高”关联的空间孤立点——文昌市。



图 1 2003 年海南省各区域 GDP 的局部相关指数及计算分析结果

3.3 空间自相关系数图分析

若将全域型不同空间间隔 (Spatial lag) 的空间自相关统计量依序排列, 还可作空间自相关系数图 (spatial autocorrelation coefficient correlogram), 用于分析该现象在空间上是否有层次性分布^[7]。图 3 为 2003 年海南省人口密度空间自相关系数图, 从图中可以进一步分析海南省人口密度的空间分布形态:

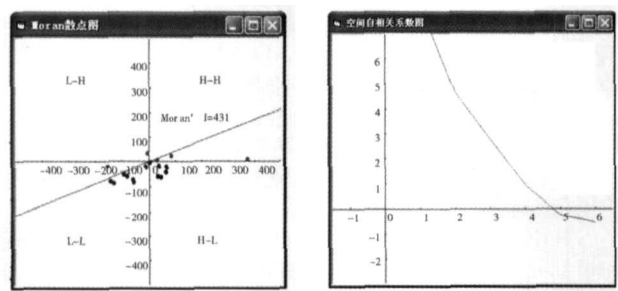


图 2 2003 年海南省 GDP 的 Moran 散点图

图 3 2003 年海南省人口密度的空间自相关系数图

- ① 图中的空间自相关值随着空间间隔单元的增加而逐渐递减, 说明 2003 年海南省的人口密度空间聚集核心只有一个;
- ② 在空间间隔为 1 时自相关值最大, 说明在 1 个空间间隔时空间分布具有最大的自相关性。在空间间隔 4—5 处, 空间自相关开始从正值向负值过渡, 也就是说, 空间间隔大

于 5 后其空间分布开始呈现为负自相关性。

4 结束语

总的来说, 海南省人口表现为从中部山区的“低—低”集聚逐渐向周边沿海地区“高一高”集聚扩展的环带状模式。这主要与海南省的区域地理特征及经济发展情况有关。海南岛中间高耸, 以五指山、鹦歌岭为隆起核心, 向外围逐级下降, 由山地、丘陵、台地构成环形层状地貌, 梯级结构明显, 生活环境条件较差, 经济发展水平较低, 从而影响了人口的分布。而岛的周边则多为滨海平原, 生活环境较好, 交通条件、基础设施条件等较为完善, 吸引了大量的人口移入。

这种区域人口的聚集与差异并存的局面将直接影响海南省未来经济和社会的可持续发展。因此, 为了避免周边区域与中部区域间的差异进一步两极化, 建议海南省在未来人口与经济可持续发展中重点实施以下几点策略:

- 1) 加大力度帮助和扶持中部山区的经济发展, 改善中部山区的生活环境条件, 保护中部山区宝贵的生态环境, 促进人口和各种资源的合理分布。
- 2) 发挥海口和三亚两市的辐射、带动作用, 推动周边区域经济的共同发展, 促进全省人口与经济合理的集中化进程, 逐步构建合理的区域发展格局。
- 3) 适度调整行政区划, 扩展人口与生产要素合理积聚空间, 对人口数量规模较小的县市进行县市合并, 逐步构建合理的县级行政区划格局, 促进区域城镇发展和人口与生产要素的积聚^[8]。

参考文献

[1] CLIFF A D, ORD J K. Spatial Autocorrelation [M]. London: Pion, 1973. 11-23.

[2] 邹秀萍. 基于“面向区域”GIS 控件的人口地理信息系统开发研究——以陕西省为例 [D]. 2003.

[3] 张景雄. K 近邻 R 模糊类别制图的空间统计学方法 [J]. 测绘学报, 1998, 27(2): 166-176.

[4] 陈楠, 林宗坚. 人口总量及空间分布特征与经济发展关系的动力学研究 [J]. 测绘科学, 2006, 31(4).

[5] Anselin L. Local Indicators of Spatial Association—LISA [J]. Geographical Analysis, 1995, 27(2): 93-115.

[6] Getis A, Ord J K. Local Spatial Statistics: An Overview [C] // In Long Peds. Spatial Analysis: Modeling in a GIS Environment. Cambridge: Geo Information International, 1996. 261-177.

[7] 陈慈仁, 林峰田, 何燦群. 空间自相关聚集分析 [EB/OL]. http://www.bjnu.edu.cn/WUsers/ftlin/course/gis/A4/C3/B6/A1/A6/DB/AC/DB/C3/F6/BBE/B6/B0/A4/C0/AAR.doc, 2005.

[8] 李红梅, 卢慧明. 海南岛人口分布与区域经济协调发展研究 [J]. 海南师范学院学报(自然科学版), 2006, (1): 79-83.