

文章编号 :1003-7853(2013)01-0020-03

基金项目 :国土部“全国国土规划项目”项目 :“生态型地区资源环境承载力评价指标研究”(1212011220097)

## 基于 ESDA 的内蒙古自治区 县域经济差异分析

孙静雯,王红旗,宁少尉

(北京师范大学水科学研究院,北京 100875)

**摘要** :基于 ESDA 全局和局部空间自相关分析,利用内蒙古自治区 2001 年、2003 年、2005 年、2007 年及 2009 年县域人均 GDP 数据,对内蒙古自治区县域经济发展水平的空间差异程度进行了分析。分析结果表明:(1)2001 至 2009 年,内蒙古自治区县域经济发展呈明显的空间集聚现象,但 Moran's I 值有降低的趋势,县域经济差异扩大。(2)内蒙古自治区的局部空间集聚现象亦十分显著,“高一高”关联的县域主要分布在鄂尔多斯市,“低—低”关联的县域分布在赤峰市和乌兰察布市等地区。

**关键词** :区域经济差异;ESDA;空间自相关;内蒙古自治区

中图分类号 :F127 文献标识码 :A

### County-Level Economic Disparities in Inner Mongolia Based on ESDA

SUN Jing-wen et al

(College of Water Science, Beijing Normal University,  
Beijing 100875, China)

**Abstract** :Based on global and local spatial autocorrelation of ESDA, the spatial differences of the regional economic development level of Inner Mongolia was investigated by using the data of GDP per capita at county level in 2001,2003,2005,2007 and 2009. The results indicated that the spatial agglomerate phenomenon of regional economic development levels of Inner Mongolia appeared on the whole since 2001. However, from 2001 to 2009, the Moran's I value had a descendant trend, suggesting the enlargement of the prefectural economic difference. Significant local spatial auto-correlation was also found. The counties with the significant “high-high” correlation were mainly distributed in Erdos. While the counties with the significant “low-low” correlation were located in Chifeng and Ulanqab.

**Key words** :regional economic disparities; ESDA; spatial autocorrelation; Inner Mongolia

#### 1 引言

区域经济发展的不平衡性是社会经济的一种常态,由于空间存在不均衡性,经济发展水平不可能在同一时间在不同的区域达到同一水平,区域经济差异的存在是必然的,这已引起学术界的广泛关注<sup>[1-2]</sup>。许多学者根据各自的研究内容和研究尺度,通过一系列多元性、系统性的学术研究,得到了很多研究区域经济差异的方法,如 Theil 指数、基尼系数、变差系数、广义熵指数、加权变差系数等。然而,这些研究多是运用传统的数量统计模型,建立在区域之间相互独立,不存在任何空间关联的假设前提之下,缺乏空间视角。而事实上,忽略空间影响,尤其是空间自相关和空间异质性,难以真正反映区域空间差异的变化与机制,未能做到定性和定量相结合,图形与数据相结合,也无法揭示区域经济空间分布差异性与相似性<sup>[3-4]</sup>。因而,

空间的影响,在研究不同尺度的区域差异问题时必须要加以考虑。

探索性空间数据分析 (Exploratory Spatial Data Analysis, ESDA) 方法是一系列空间数据分析方法和技术的集合,以空间关联测度为核心,通过对事物或现象空间分布格局的描述与可视化,发现空间集聚和空间异常,揭示研究对象之间的空间相互作用机制<sup>[5]</sup>。目前,国内外已有较多的学者运用 ESDA 方法对区域经济发展差异进行分析,取得了较好的效果。如蒲英霞等<sup>[6]</sup>以江苏省县域为研究单位,利用 1978-2002 年县域人均 GDP 数据,对江苏省县域总体和局部空间差异的变化趋势、特征与成因进行了初步探索。孟斌等<sup>[7]</sup>采用空间分析方法对中国区域社会经济发展差异问题进行了实证研究。Ertur 等<sup>[8]</sup>对东扩后欧盟 27 国 258 个区域经济差异进行了 ESDA 分析,结果显示在 1992-2000 年间人均 GDP 呈现集聚分布。

本文在 GeoDa 空间统计分析软件的支持下,采用 ESDA 方法,以内蒙古自治区 88 个县(市、区)为地理单位,对内蒙古 2001 年、2003 年、2005 年、2007 年以及 2009 年间的县域人均 GDP 进行了空间统计分析,试图真实地反映内蒙古经济增长在不同县域之间的空间相似性和差异性,并对其经济差异的空间格局进行探讨和分析。

#### 2 数据来源与研究方法

##### 2.1 数据来源

本研究以人均 GDP 为研究指标,县域为研究单元(包括 88 个县、市、区)。数据资料来自《内蒙古自治区统计年鉴》,时间序列为 2001 年、2003 年、2005 年、2007 年以及 2009 年。

##### 2.2 研究方法

###### 2.2.1 全局空间自相关分析

全局空间自相关是对属性值在整个区域的空间特征的描述。表示全局空间自相关的指标和方法很多,主要包括连接统计, Moran's I, Geary's C 和 Getis' G,其中常用的是 Moran's I。本文对全局空间自相关的度量 and 检验是基于全局 Moran's I 指标,其计算公式<sup>[7]</sup>如式(1)。

$$I = \frac{N}{S_0} \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N W(i,j)(X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2} \quad (1)$$

式中,  $N$  为研究区域的总数目,  $X_i$  为观测值,  $\bar{X}$  为  $X_i$  的均值,  $S_0 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N W(i,j)$ ,  $W(i,j)$  为研究对象  $i, j$  之间的空间连接矩阵,其中  $W(i,i)=0$ 。

Moran's I 取值范围为  $[-1, 1]$ , 大于 0 表示空间事物的属性值分布具有正相关性, 小于 0 表示空间事物的属性值分布具有负相关性, 0 值表示空间不相关。

对于 Moran's I 指数, 可以用标准化统计量  $Z$  来检验  $n$  个区域是否存在空间自相关关系。  $Z$  的计算公式如式(2)。

$$Z = \frac{I - E(I)}{\sigma(I)} \quad (2)$$

式中,  $E(I) = 1/(N-1)$  为 Moran 指数  $I$  的期望值,  $\sigma(I)$  为所有观测值的 Moran 指数  $I$  的标准差。

在 95% 的置信度下, 如果  $Z$  的绝对值大于 1.96, 则表示统计值显著, 即区域间存在显著的正(负)自相关性。

###### 2.2.2 局部空间自相关分析

全局自相关分析只是揭示了全局综合特征, 不能表明各县域与邻近县域间经济差异的分布关系, 而局部空间自相关分析可表示各县域与邻近县域间的具体地理分布。区域总体差异除

小,局部差异有可能扩大。因而,为了能够全面分析区域经济差异的变化,在全局空间自相关分析的基础上,还需进行局部空间自相关分析。本文采用 Moran 散点图和 LISA 集聚图分别进行局部空间自相关分析。

(1) Moran 散点图

Moran 散点图的横轴对应变量 z 的所有观测值,纵轴对应空间滞后向量(Wz)的所有取值。每个区域观测值的空间滞后就是该区域周围邻居观测值的加权平均,具体通过标准化的空间权重矩阵来加以定义<sup>[9]</sup>。

Moran 散点图划分为 4 个象限,分别对应 4 种不同的区域空间差异类型。第一象限为“高一高(HH)”,表示高观测值区域为高值区域所包围,二者空间差异程度较小;第二象限为“低一高(LH)”,表示低观测值区域为高值区域所包围,二者空间差异程度较大;第三象限为“低一低(LL)”,表示低观测值区域为低值区域所包围,二者空间差异程度较小;第四象限为“高一低(HL)”,表示高观测值区域为低值区域所包围,二者的空间差异程度较大。

(2) LISA 集聚图

LISA(Local Indicators of Spatial Association),即空间联系局部指标。用来度量每个区域单元与其周边地区的属性值之间的显著空间聚集程度的指标。LISA 集聚图可以进一步说明在空间集聚格局中,县域单元对于全局空间自相关的贡献程度,以及经济格局的演化状况。其计算公式为<sup>[9]</sup>如式(3)。

$$I_i = \frac{(X_i - \bar{X})}{m_0} \sum_j W(i,j)(X_j - \bar{X}) \quad (3)$$

式中  $X_i$  为观测值,  $\bar{X}$  为  $X_i$  的均值,  $m_0 = \sum_j (X_j - \bar{X})^2 / N$ ,  $W(i,j)$  为研究对象 i、j 之间的空间连接矩阵,其中  $W(i,i)=0$ 。

LISA 集聚图中,当区域与相邻区域属性值都较高时,用 H-H 表示;当区域与相邻区域的属性值都较低时,用 L-L 表示;如果区域本身属性值高,而相邻区域的值低时,用 H-L 表示;如果区域本身属性值低,而相邻区域的值高时,用 L-H 表示。

3 结果与分析

3.1 全局自相关

内蒙古自治区 88 个县域经济的空间自相关性 Moran'I 指数统计结果如表 1 所示。从表 1 中可以看出, Moran'I 的正态统计量 Z 值均远远大于正态分布在 0.05 水平下的临界值(1.96),表明内蒙古自治区 88 个县之间以人均 GDP 衡量的经济增长在空间分布上具有明显的正相关关系,说明经济发展水平较高或较低的区域呈集聚状态,即各县域经济发展具有趋同性。从 2001 年到 2009 年, Moran's I 值呈降低趋势,说明各县域经济间的总体差异逐年加大。这主要是因为蒙西地区多矿产资源,工业化水平高,经济发展速度快;而蒙东地区,缺少资源,只依靠传统产业,故经济的发展较落后。

3.2 局部自相关

3.2.1 Moran 散点图

图 1 显示了 2001 年、2003 年、2005 年、2007 年以及 2009 年内蒙古自治区县域人均 GDP 的 Moran 散点图。从 Moran 散点图可以看出,落入第一、第三象限的点数(县域数)均居多,落入第二、第四象限的点数较少,表明内蒙古自治区经济发展水平相似的地区在空间上集中分布,即区域空间集聚性强的县居多,研究区的区域经济总体集聚性很强。

落入第三象限县域数量远大于落入第一象限县域数量,说明内蒙古自治区比较贫困的县比较集聚,在空间上集中分布。落入第一象限的县向四周扩散分布的程度很大,以 2003

图 1 内蒙古自治区县域人均 GDP 的 Moran 散点图

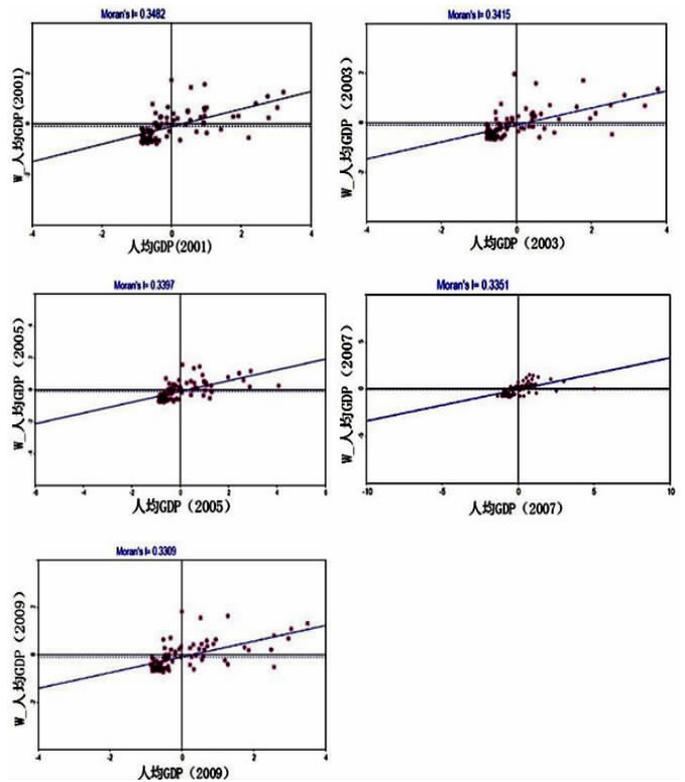
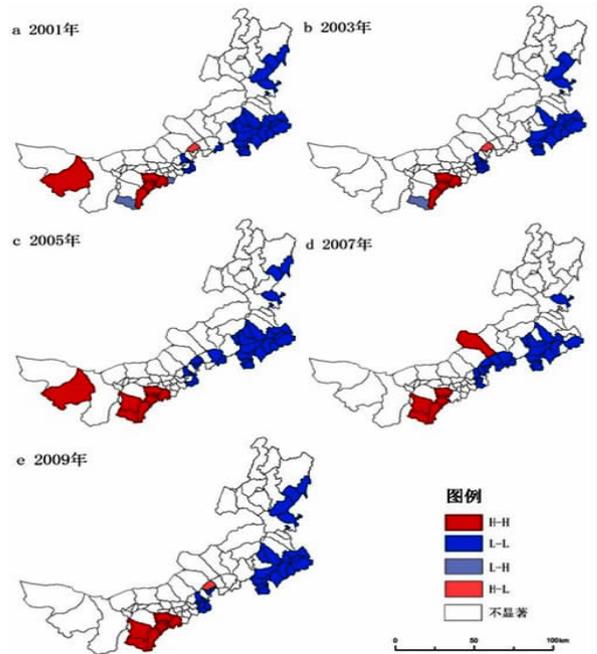


图 2 内蒙古自治区县域人均 GDP 的 LISA 集聚图



年最为显著,说明这些地区的经济发展很快,局部空间集聚性很强,同时也说明这些地区的极化现象明显。

3.2.2 LISA 集聚图

图 2 显示了 2001 年、2003 年、2005 年、2007 年以及 2009 年内蒙古自治区县域人均 GDP 的 LISA 集聚图。从 LISA 集聚图看出内蒙古自治区都是处于正的空间关联关系,即是以 H-H 和 L-L 聚集分布形式为主,区域的集聚特征很显著,说明内蒙古自治区大部分区域与周边地区存在较强的相互影响及联系。局部县域的空间集聚特征在年际间发生了一定的变化,但是变化不大。

经济发展属于“高一高(H-H)”空间关联模式的县域主要分布在鄂尔多斯市的几个县市,即人均GDP水平高于均值的县域被GDP水平也高于均值的县域所包围。这些县域主要有东胜区、鄂托克旗、鄂托克前旗、伊金霍洛旗以及达拉特旗等;这些地区矿产资源丰富,有煤炭资源、石油资源等,工业化水平高,依靠着资源型产业,该地区经济发展迅速。这些县域对周边地区经济的带动力也较强,经济辐射范围广,构成了内蒙古自治区GDP高值区。经济发展属于“低—低(L-L)”空间关联模式的县域多集中在赤峰市和乌兰察布市,即人均GDP发展水平低于均值的县域被水平低于均值的其它县域所包围。这些县域,如巴林右旗、翁牛特旗、阿鲁科尔沁旗、察哈尔右翼前旗及察哈尔右翼后旗等,相对于其它县域的人均GDP水平都较低,归属为内蒙古自治区经济落后的集聚区域。从2001年到2009年,随着经济的发展,虽然各个县域的人均GDP水平有所提高,但这些县域仍属于显著的“低—低”关联模式。

#### 4 结论

本文运用ESDA方法(包括Moran's I指数、Moran散点图和LISA集聚图等)对2001年、2003年、2005年、2007年以及2009年内蒙古自治区88县(市、区)经济差异的空间格局及演变趋势进行了探索性分析,结论如下。

4.1 通过对各年内蒙古自治区88个县(市、区)人均GDP的全局自相关分析得到的Moran's I统计结果显示,研究区的人均GDP呈现显著的空间集聚现象。2001~2009年间Moran's I统计值呈降低趋势,表示县域间经济差异逐渐增大,内蒙古经济空间结构朝两极分化方向发展。

4.2 通过局部空间自相关分析(Moran散点图和LISA集聚图)得到的结果说明,内蒙古自治区都是处于正的空间关联关系,即是以HH和LL聚集分布形式为主,局部空间集聚现象亦十分显著。经济发展属于“高一高(H-H)”空间关联模式的县域主要分布在鄂尔多斯市,经济发展属于“低—低(L-L)”空间关联模式的县域多集中在赤峰市和乌兰察布市等。

#### 参考文献:

- [1] 李小建, 乔家君. 20世纪90年代中国县际经济差异的空间分析[J]. 地理学报, 2001, 56(2): 136-145.
- [2] 李丁, 李平安, 王鹏. 基于ESDA的甘肃省县域经济空间差异分析[J]. 干旱区资源与环境, 2009, 23(12): 1-5.
- [3] 马晓熠, 裴韬. 基于探索性空间数据分析方法的北京市区域经济差异[J]. 地理科学进展, 2010, 29(12): 1555-1560.
- [4] 史世莲, 王媛媛, 张青峰, 等. 基于空间分析方法的甘肃省经济差异分析[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(7): 4390-4394.
- [5] 李梅, 王铁. 基于ESDA的区域经济格局时空演变研究[J]. 国土与自然资源研究, 2011, (6): 9-11.
- [6] 蒲英霞, 葛莹, 马荣华, 等. 基于ESDA的区域经济空间差异分析[J]. 地理研究, 2005, 24(6): 965-974.
- [7] 孟斌, 王劲峰, 张文忠, 等. 基于空间分析方法的中国区差异研究[J]. 地理科学, 2005, 25(4): 393-400.
- [8] Ertur C, Koch W. Regional disparities in the European Union and the enlargement process: An exploratory spatial data analysis, 1995-2000. *Annals of Regional Science*, 2006, 40(4): 723-765.
- [9] 崔功豪, 魏清泉, 刘科伟. 区域分析与区域规划[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.

作者简介: 孙静雯(1990-), 女, 山东聊城人, 汉族, 北京师范大学水科学研究院硕士研究生, 研究方向为资源环境评价与管理。

(2012-08-10 收稿 刘晓佳编辑)

文章编号: 1003-7853(2013)01-0022-04

基金项目: 国家自然科学基金(40972225)

## 资阳市中心城区土地利用与土地覆被时空动态变化分析

倪喆<sup>1,2,3</sup>, 何政伟<sup>1\*</sup>, 邓辉<sup>1,4</sup>, 陈晔<sup>1,2</sup>

(1. 地质灾害防治与地质环境保护国家重点实验室, 四川成都

610059; 2. 成都理工大学地球科学学院, 四川成都 610059;

3. 四川师范大学, 四川成都 610101;

4. 成都理工大学地球物理学院, 四川成都 610059)

**摘要:** 根据1996年和2008年两个时期的Landsat TM卫星影像资料, 运用地理信息系统空间叠加分析和数理统计的方法, 全面分析资阳市中心城区12年间土地利用方式的变化, 从土地利用分布面积和空间两个方面分析其变化特征, 结果表明建设用地通过占用耕地扩展, 非建设用地结构发生明显变化。研究成果为土地利用规划和可持续利用提供有效的决策支持。

**关键词:** 遥感; GIS; 土地利用/土地覆被; 动态变化; 资阳市

中图分类号: F293.2 文献标识码: A

### Research of Land Use/Cover Spatial dynamic change in Downtown of Ziyang City

NI Zhe<sup>1,2,3</sup> et al

(1. National key Laboratory of Geological hazard prevention and environmental protection, Sichuan Chengdu 610059, China;

2. College of Earth sciences 1 of Chengdu University of technology, Sichuan Chengdu 610059, China; 3. Sichuan Normal University,

Sichuan Chengdu 610101, China)

**Abstract:** According to the 1996 and 2008 two period Landsat images, This paper analyses Ziyang city 12 years of land use change by using Geographic Information System spatial overlay analysis and mathematical statistics. The paper reveal the land use Variation characteristics of the area and spatial in the study area, The results show that construction land through expansion of cultivated land occupied, the construction land use structure change greatly. Research results for sustainable use of land use planning and provide valid decision support.

**Key words:** Remote sensing; GIS; Land Use/Cover; dynamic change; Ziyang

#### 引言

土地资源是人类赖以生存和发展的最基本自然资源, 土地利用/土地覆被的现状及其变化影响着社会经济的发展和环境的变化, 各国政府普遍关注<sup>[1-3]</sup>。国内外对城市土地利用变化进行了大量的研究, 分析和探讨了不同城市类型的变化规律及其驱动力, 取得了研究成果<sup>[4-13]</sup>。资阳市位于成渝经济区四川部分“一极一轴一区块”(成都都市圈增长极、成渝通道发展轴、环渝腹地区块)空间布局的范围, 是省内唯一直接贯通成都、重庆两个大都市的城市, 其中心城区处于成都一小时经济圈, 其地理优势不言而喻, 近几年社会经济迅猛发展, 因此研究资阳市中心城区近十年来的变化具有重要意义, 可以为其他大都市经济圈周边卫星城市的发展和规划提供参考依据。本文以资阳市中心城区为研究区, 以Landsat TM卫星影像为数据源,