

# 广东省城镇化经济发展空间分析

金瑞, 史文中\*

(香港理工大学 土地测量与地理资讯学系 中国 香港)

**摘要:** 利用空间分析方法, 在 ArcGIS 以及 GeoDa 的支持下, 从时空变化的角度, 对广东省 2002—2012 年城镇化发展以及城镇化过程中的经济结构和空间布局发展变化进行了分析。结果表明: 到 2012 年, 广东省各个城市的城镇化已经全部进入城镇化加速发展阶段。广东省的经济发展与城镇化发展并不完全一致, 城镇化发展水平以及经济发展水平在空间布局上有较大的异质性, 经济发展程度较高的城市都集中在东莞以及周边地区, 而城镇化发展程度较高的城市集中在珠三角偏东北部的沿海城市。同时, 第一产业对城镇经济发展影响较小, 第二、第三产业作用较大, 不同的产业构成也有各自的空间布局特点以及空间布局变化特征。第一产业空间分布在近 10 年均衡性变弱, 东部比重减少较快; 第二产业趋于沿海分布, 差异性减弱, 空间分布均衡性提高; 第三产业差异缓慢增大, 空间分布较为均衡。通过分析, 从而掌握广东省城镇化发展过程中经济发展状况的空间布局以及时空变化特点, 对政府决策提供参考。

**关键词:** 城镇化; 城镇经济; 空间分析; 广东省

**中图分类号:** F127 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-8462(2014)03-0045-06

## Spatial Analysis of Urban Economics in Guangdong Province

JIN Rui, SHI Wen-zhong

(Department of Land Surveying and Geo-informatics, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong, China)

**Abstract:** In this paper, from the perspective of temporal and spatial variation of Guangdong Province, spatial analysis methods as well as spatial analysis software such as ArcGIS and Geoda are applied in the proposed studies. The purpose of the studies are to investigate changes of spatial distributions and structures of urban economics in Guangdong province from 2002 to 2012. The results showed that: until 2012, the cities in Guangdong Province have all entered the accelerated stage of urbanization development. However, spatial distribution of urban economics is a little different from spatial distribution of urbanization development in Guangdong Province. Cities with highly urban economic development are distributed in Dongguan and its surrounding areas while cities with highly development of urbanization are distributed in the coastal areas of east-north part of the Pearl River Delta Areas. Moreover, the primary industry has a small influence on urban economics while the secondary industry and the tertiary industry have large influences on urban economics. Spatial distributions of different industries are also different from each other, they all have their characteristics of spatial distribution: the inequalities of spatial distributions of the primary industry became obvious in the past decade, cities with high ratio of the secondary industrial production are concentrated in the coastal areas and the tertiary industry of Guangdong Province is in a more balance distribution and differences between cities are growing slowly. In short, it can be served as decisions making support of governments through analysis to explore the basic law of the spatial distribution and temporal changes of urban economics and urbanization development in Guangdong Province.

**Key words:** urbanization; urban economics; spatial analysis; Guangdong Province

城镇化是人类发展的必然趋势, 即农业人口不断向城市转移的过程。Antrop 等人指出, 城镇化进

收稿时间: 2013-09-12; 修回时间: 2014-01-14

作者简介: 金瑞(1989—), 女, 湖南长沙人, 硕士研究生。主要研究方向为空间分析、城市地理学。E-mail: jinrui89814@126.com。

\*通讯作者: 史文中(1963—), 男, 山西大同人, 博士, 教授。主要研究方向为空间数据质量与不确定性理论、三维及动态 GIS 数据模型、GIS 设计及应用、虚拟现实、高分辨率卫星影像处理技术等。E-mail: lswzshi@polyu.edu.hk。

程是一个复杂的、一连串的自然、经济的变化过程,并且是一个农业用地向非农用地转变的过程<sup>[1]</sup>。Pickett 等人提出,城镇化是人类世界变化中的一个重要的组成<sup>[2]</sup>。城镇化包括人口城镇化、土地城镇化、经济城镇化、生活质量城镇化,其中,人口城镇化为核心,经济城镇化为动力。经济发展与城镇化的总体发展相互作用,随着城镇化发展,城市的经济规模、经济结构不断发生变化;同时,通过交通管网建设、劳动力流动以及经济交流,相邻城市之间的相互作用不断增强,使得区域整体经济状况以及分布格局也在发生着变化<sup>[3-5]</sup>。

现今,中国提出走一条新型城镇化道路,加入以人为本、全面协调可持续发展的科学理念,强调生态环境可持续发展、土地可持续利用、人民生活质量总体的提高以及城镇集群化发展等。而通过空间分析能够更直观、全面地了解区域经济结构,为政府实现新型城镇化道路决策提供依据。

宏观上经济活动应该是多维度的,包括空间上的分析、时间上的分析,通过这样多角度的分析,才能给予决策者较为正确的信息来进行决策<sup>[6-9]</sup>。通过空间分析方法对区域经济进行分析,从空间以及时间的角度较为系统、全面、直观地研究经济空间布局以及经济结构。

## 1 研究区域特征以及数据

研究区广东省位于中国东南部沿海,南岭以南。广东省面积为 179 800km<sup>2</sup>,人口达 10 505 万之多,人口密度为全国省级行政区中第七;共有 12 个地级行政区,其中副省级市 2 个,地级市 19 个。全省 GDP2012 年达 5.7 万亿元。根据全省各个地市的经济发展状况可以分为珠三角地区、东翼、西翼以及北部山区 4 个区域。1979—2007 年,GDP 平均增长率为 13.1%,增速为全国第一。

城镇化过程即农村人口向城市不断迁移和集聚的过程,所以评判城镇化发展程度的一个重要的指标即是人口城镇化率,即区域城市以及镇驻地人口数占人口总数的百分比。

至 2012 年底,广东全省的城镇化率为 67.4%,高于 52.57% 的全国平均水平,居全国首位。其中,珠三角的城镇化率达到 83.84%,相当于中等发达国家的水平,已经进入城镇化发展的成熟阶段。

本文以广东省为例,分析全省整体的城镇化经济,更具有典型性,能够更清晰地看到经济增速下经济结构以及经济布局的变化。

研究数据主要来源于 2003—2013 年《广东统计年鉴》,包括 2002—2012 年 GDP 产业构成、各市城镇人口占常住人口比例等。各城市中心经纬度坐标根据国家基础地理信息系统 1:400 万地形数据库获得。通过利用 ArcGIS 以及 GeoDa 分析《广东统计年鉴》与广东省地级行政区 Shapefile 格式文件,研究广东省城镇化过程中经济结构与布局的状况以及变化。

## 2 相关空间分析方法

研究方法包括重心轨迹移动分析、空间趋势分析等<sup>[10-14]</sup>。

①重心指标法。区域要素重心是一个地区要素特点在空间上平衡分布的集中点,可以从宏观上表现出区域不同要素特点空间分布差异,从时间角度看出整体差异变化的空间方向<sup>[15]</sup>。重心迁移理论最早由美国学者 G. K. Zipf 在 1942 年引入人口迁移分析当中<sup>[16]</sup>,樊杰和 W. 陶普曼率先在中国用重心方法研究改革开放以来中国农村工业重心的变动<sup>[3]</sup>。颜俊等对近 30 年以来中国的经济、人口以及产业的重心进行了对比分析,通过对重心的移动轨迹以及速度进行计算,从而深入研究了中国经济空间布局发生的变化<sup>[17]</sup>。

区域重心一般是要素在区域内分布差异的均衡点。重心的移动也可以反映出区域内要素状况的变化状况。区域重心计算公式如下:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Z_i}{\sum_{i=1}^n Z_i} \quad (1)$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i Z_i}{\sum_{i=1}^n Z_i} \quad (2)$$

式中: $n$  为区域单元个数,第  $i$  个单元重心坐标为  $(X_i, Y_i)$ ,  $Z_i$  为该处坐标属性的权重。

重心移动距离是指每年要素重心位置移动的直线距离,可以说明每年重心变化的幅度。移动方向用来表示演变过程中空间主体的分布状况。移动距离与移动方向公式如下:

$$D_i = \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2} \quad (3)$$

$$\theta = \arctan \left| \frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i} \right| \quad (4)$$

式中: $(x_{i+1}, y_{i+1})$  表示  $i+1$  年要素重心的坐标,  $(x_i, y_i)$  表示  $i$  年要素重心的坐标。 $\theta$  表示连续两年要素重心连线与  $X$  轴正方向的夹角。

②趋势分析法。ArcGIS 所提供的趋势分析法通过三维透视图,将采样点绘制在 XZ、YZ 平面上,以属性值作为 Z 值,通过 XZ、YZ 投影平面上的离散点拟合多项式,以此来识别输入数据空间变化趋势<sup>[10-11]</sup>。

### 3 广东省城镇化经济空间分析

#### 3.1 区域重心迁移研究

本文根据要素重心计算公式,取  $Z_i$  为地级市城镇化经济方面各个相关属性值,包括城镇化率、GDP、第一产业比重、第二产业比重以及第三产业比重。 $X_i$ 、 $Y_i$  表示各个地级市的地理位置坐标。2002—2012 年不同要素重心坐标计算结果如图 1、图 2。同时根据重心坐标计算出每年重心移动的距离(表 1),并绘出重心移动的轨迹(图 3)以及线性方向平均值(Linear Directional Mean)。

①重心空间分布。根据图 1 以及图 2 所示,近 10 年以来,城镇化率以及经济指标的重心基本分布在地理位置重心的南部,第二产业、第三产业纵坐标基本与地理位置重心纵坐标一致;城镇化率以及第二产业分布在地理位置重心的东部,第三产业横坐标位置与地理位置重心横坐标基本一致,GDP 与第一产业重心位于地理位置重心的西部。从图 2 的重心区域分布图可以看出,2002—2012 年,广东省的 GDP 以及经济构成的重心都位于广州市与东莞市的交界处。除第一产业比重位于广州市内,GDP、第二产业、第三产业、城镇化率都位于东莞市,第三产业、第二产业、城镇化率较为靠近地理位置重心,即这三个指标在空间分布上较为均衡。GDP 重心、第一产业比重重心、第二产业比重重心、城镇化率重心分别位于地理位置重心的西南、西北、东、东南方向,第三产业比重重心则围绕地理位置重心分布。

②重心移动轨迹。根据图 1 以及图 2 的重心坐标位置计算结果可以看出,近 10 年,广东省的城镇化率、GDP 以及产业构成重心位置,除了第一产业比重变化较大以外,其他要素空间位置变化都较小。

通过计算线性方向平均值(Linear Directional Mean)可以看出近 10 年指标的方向变化趋势,

GDP、第一产业比重的重心移动方向性较强,其他的要素在空间上的变化方向性较弱。GDP 的重心位置向西北方向移动,第一产业比重重心向西南方向移动,第二产业比重重心向西北方向移动,第三产业比重重心向西偏北一点的方向移动,城镇化率重心向西北方向移动。相对于地理位置重心,第一产业向原理地理位置重心方向移动,说明在空间分布上越来越不均衡,GDP、城镇化率、第二产业以及第三产业基本都是围绕着地理位置重心变化,相对位置变化较小,特别是第三产业近 10 年的空间分布都较为均衡,重心都分布在地理位置重心附近。

表 1 2002—2012 年不同要素重心移动距离/单位 km  
Tab. 1 Distances of gravity centers' trajectories of different variables from 2002 to 2012

年份	城镇化率	GDP	第一产业	第二产业	第三产业
2002	1.434169	1.406559	0.927485	0.775278	0.439188
2003	3.256560	0.454941	3.916082	2.246944	1.324528
2004	0.730236	1.536115	15.999709	3.576915	5.026847
2005	2.796175	1.177645	5.455818	2.690530	1.803580
2006	2.119151	0.892527	6.940590	2.196462	0.949697
2007	1.160287	0.811881	1.649493	1.061156	0.779729
2008	0.895629	0.536529	1.414146	3.182335	4.097019
2009	1.257065	0.709852	1.211560	1.002335	0.225345
2010	0.128650	0.611781	2.327086	1.856410	1.827221
2011	0.790527	0.844905	1.714725	0.757121	0.936952

根据表 1 可以看出,不同年份重心位置移动距离也会有所不一样,广东省 GDP 移动距离在 2004 年最大,2002—2007 年方向性较强,移动距离较明显,之后几年方向性变得不太明显;产业构成的重心移动距离最大出现在 2004 年;2003—2005 年所有要素距离变化较为明显。每一年 GDP、城镇化率重心的移动距离变化不大,而且较为均衡;第一产业比重重心移动距离变化较为明显,而且差异较大,其次是第三产业比重的重心,再次是第二产业比重的重心。

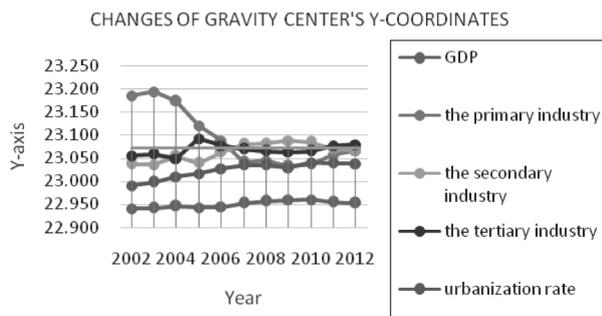


图 1 2002—2012 年不同要素重心位置坐标(Y 坐标)  
Fig. 1 Y-axis changes of gravity centers of different variables from 2002 to 2012

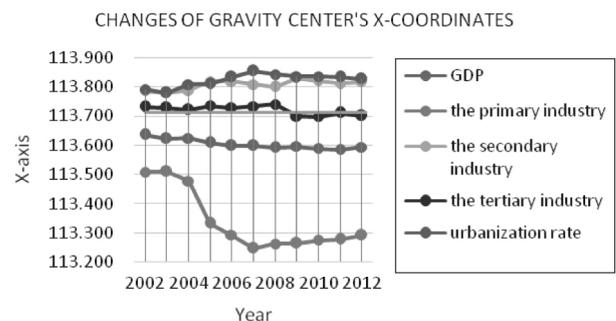


图 2 2002—2012 年不同要素重心位置坐标(X 坐标)  
Fig. 2 X-axis changes of gravity centers of different variables from 2002 to 2012

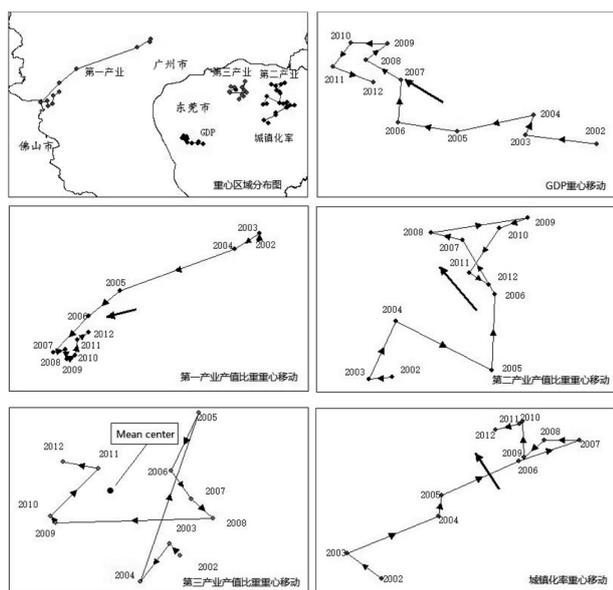


图3 2002—2012年要素重心移动轨迹

Fig. 3 Trajectories of gravity centers of different variables from 2002 to 2012

从各指标相互之间的移动趋势以及关系上可以看出,第一产业比重的变化对广东省整体经济变化作用较小,第二产业与第三产业比重重心移动方向都为西北方向,与GDP相同。同时,城镇化率重心变化方向也与经济重心变化方向相同。

### 3.2 区域趋势分析

利用 ArcGIS 对广东省的城镇化以及城镇经济发展变化进行空间趋势分析,将城镇化率以及城镇经济指标作为 Z 值,并将 Z 值投影到 XZ 平面以及 YZ 平面,并对离散点属性值进行多项式拟合,以此分别反映出随横坐标、纵坐标变化时,离散点属性值的变化趋势。利用 ArcGIS 进行趋势面分析时,可以将观测角度进行调整,本文根据广东省海岸线变化趋势与汕头、湛江地理位置重心连线相类似,测算出湛江—汕头连线与 X 轴夹角为  $20^\circ$ ,因此将趋势图的观测角度调整到与 X 轴夹角  $20^\circ$ ,以此来模拟随着海岸线距离位置关系变化,广东省城镇化与城镇经济的变化趋势。

3.2.1 城镇化与经济发展空间趋势分析。利用广东省 GDP 以及城镇化率的空间趋势图(图4、图5)可以看出,近10年广东省 GDP 空间布局变化以及差异变化较小,横轴方向中部地区以及纵轴方向中部地区,即珠三角地区中心地区的 GDP 高于广东省其他地区,并且此区域与其他地区的 GDP 差异在不断变大。从纵轴方向还可以看出,沿海地区的经济发展要略高于北部地区。城镇化率在近十年由原先的横轴方向的东部区域,即广东省东翼地区有较高

水平发展到后来横轴中部地区以及沿海地区城镇化率较高,并且2006年以后,横轴东部地区城镇化率仍然略微高于西部地区城镇化率,随着与海岸线距离越来越远,城镇化率越来越低。

综合城镇化率以及经济发展的空间趋势图可以看出,城镇化率较高的城市分布在广东省中心区域以及沿海,而经济发展较高的城市则分布在广东省的中心地带,沿海地区并不具有较高的经济发展水平。

3.2.2 产业空间趋势分析。根据广东省2003、2006、2009和2012年三大产业空间趋势图可以看出,第一产业与第二产业、第三产业具有较大差异的空间分布特征。横轴中部地区以及沿海地区第一产业比重较低,横轴方向西部地区产值比重略高于东部地区,并且横轴中部地区第一产业比重还在不断减小。第二产业则是横轴中部地区具有较高的产值比重,西部产值比重略低于东部产值比重,并且随着离海岸线距离越来越远,城市的第二产业比重越小。第三产业在空间分布上较为均匀,但地区间的差异也在不断变大。横轴方向西部地区略低于中东部地区,随着与海岸线距离的变化,城市的第三产业比重差异并不大。

## 4 广东省城镇化经济发展形势分析

### 4.1 广东省城镇化发展状况分析

近10年以来,整个广东省的城镇化呈现出较为不平衡发展状态,通过城镇化重心轨迹分析,城镇化率重心分布在广东省地理位置重心的东南面,广州、深圳、珠海以及佛山城镇化水平达到70%以上;而河源、湛江、茂名的城镇化率一直处于40%以下。2003年,广东省东部地区城市的城镇化率要明显高于西部。随着时间的推移,到2006年以后,珠三角中东部地区的城镇化率略高于西部,并随着与海岸线距离的增加,城镇化率逐渐降低。

由于广东省中部地区城镇化的高速发展,使得广东省的城镇化率重心向西北方向移动。城镇化率的重心轨迹移动方向与GDP以及第二、第三产业比重的重心移动方向相类似,都是向西北方向移动。说明近10年,城镇化发展与城市的经济发展,特别是第二、第三产业的发展有必然的联系,而与第一产业的关联并不大。

由于城镇化率表征的是城镇人口占总人口的比率,城镇化率的重心轨迹研究以及空间趋势分析也可以看成对人口空间分布结构的分析,即近10年

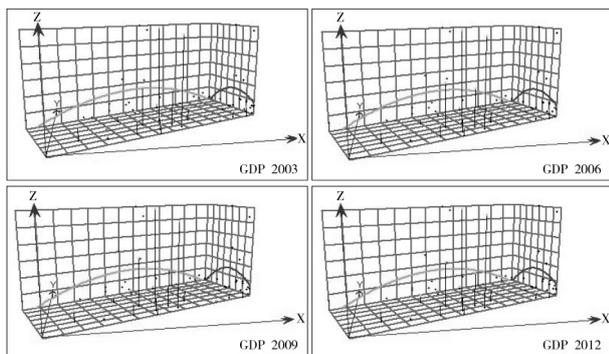


图 4 广东省 2003、2006、2009 和 2012 年  
国内生产总值空间趋势图

Fig. 4 Spatial trend analysis of GDP in Guangdong Province in 2003 2006 2009 and 2012

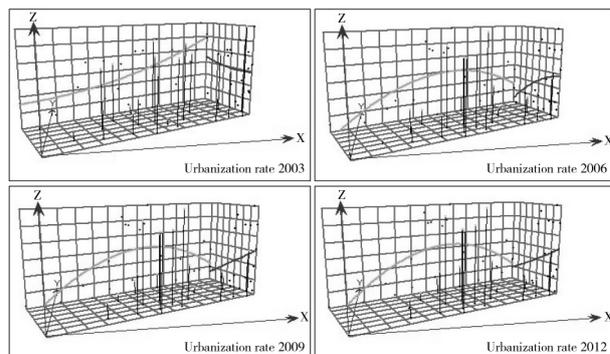


图 5 广东省 2003、2006、2009 和 2012 年  
城镇化率空间趋势图

Fig. 5 Spatial trend analysis of urbanization rate in Guangdong Province in 2003 2006 2009 and 2012

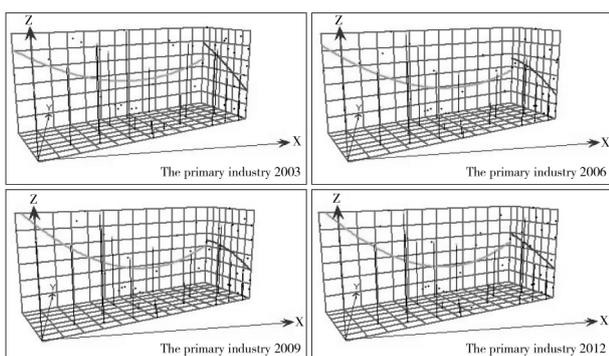


图 6 广东省 2003、2006、2009 和 2012 年  
第一产业空间趋势分析图

Fig. 6 Spatial trend analysis of the primary industry in Guangdong Province in 2003 2006 2009 and 2012

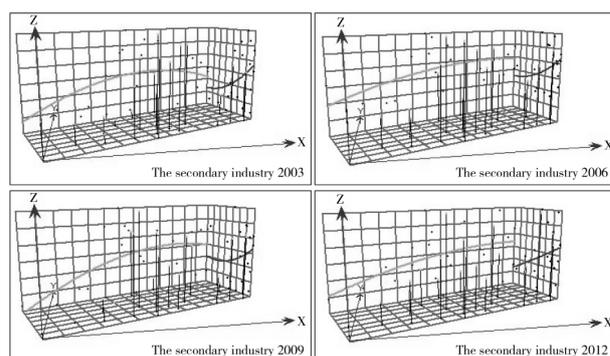


图 7 广东省 2003、2006、2009 和 2012 年  
第二产业空间趋势分析图

Fig. 7 Spatial trend analysis of the secondary industry in Guangdong Province in 2003 2006 2009 and 2012

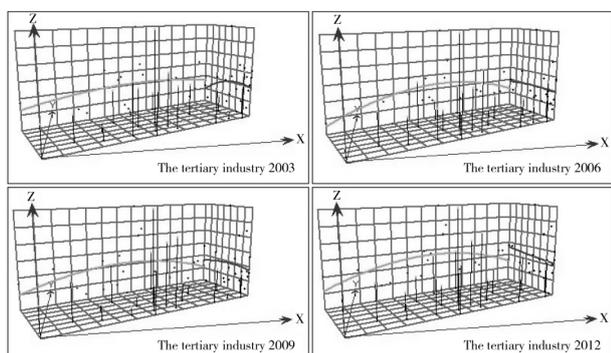


图 8 广东省 2003、2006、2009 和 2012 年  
第三产业空间趋势分析图

Fig. 8 Spatial trend analysis of the tertiary industry in Guangdong Province in 2003 2006 2009 and 2012

来,人口重心分布随着经济发展重心变化而变化,然而在空间分布上,城镇化率较高的城市分布在沿海地区以及广东省中部地区,即表示城镇人口更为集中分布在沿海地区以及珠三角中东部地区,而经济发展水平较高的地区则集中在珠三角重心区域,即

东莞及其周边城市。

#### 4.2 广东省城镇经济发展状况分析

4.2.1 城镇经济总体发展状况分析。2002—2012 年广东省经济一直呈现出上升势头,根据 GDP 统计数据以及变化趋势可以看出,广东省各个市呈现出不同程度的经济增长,并且各市之间的差距不断增大,重心在向着远离广东省地理位置重心的方向偏离,说明经济发展越来越不均衡,特别是珠三角中心地区城市与其他城市之间的差距不断增大。其中东莞、佛山、深圳、广州的 GDP 明显高于其他地市,并且在近 10 年,经济重心分布在地理位置重心的西南方向,说明全省西南方向的城市经济发展更好。同时,西北部城市经济发展速度有所提升,使得 GDP 重心向西北方向移动。

城镇经济发展与城镇化发展的方向一致,广东省西北方向城市城镇化发展也提升较快,但城镇化发展现今已形成的空间布局与经济发展空间布局不完全相同,城镇化发展较好的城市主要集中在沿海

城市,特别是珠三角的东北部沿海城市,而经济发展较好的城市集中在珠三角中心地区,即东莞及其周边城市。由于城镇经济发展与城镇化发展相辅相成,第二、第三产业对城镇经济具有巨大的推动作用,所以应该利用好城镇发展以及城镇人口优势,发展好沿海城市的经济,特别是二、三产业,优化第二产业结构,不断提升第三产业的比重。

4.2.2 产业发展状况分析。具体从产业构成角度来看,第一产业产值所占比重基本在40%以下,并且比例不断减少,近10年,第一产业在空间分布上相对于其他经济指标与地理位置重心的距离越来越远,第一产业发展变得越来越不均衡,其对城镇经济发展的影响也越来越小。从空间布局上来看,珠三角地区第一产业比重小,广东省西翼地区城市第一产业比重高于东翼地区城市,北部山区城市高于沿海城市。云浮、阳江第一产业比重2002—2012年平均值最大,深圳最小。从各市2002年第一产业比重与2012年比重之差可以看出,比重变化最大的地市是河源以及清远。

广东省各市2002—2012年,第二产业产值所占比重基本在30%—60%之间,并且一直处于浮动状态,没有明显的增减趋势。第二产业比重重心分布在广东省地理位置重心的东部,并且重心轨迹方向指向广东省地理位置重心方向,说明第二产业空间分布趋于均衡,同时,广东省东部城市的第二产业比重明显高于西部城市,从空间趋势图也可以看出,沿海城市明显高于北部山区城市,从统计数据可以看出,中山、佛山、惠州达到55%以上;而肇庆、茂名、阳江的第二产业比重只占到40%以下。所以广东省应该利用已有的第二产业沿海发展以及珠三角发展的优势,不断推动内陆城市以及珠三角周边城市的第二产业发展,形成产业集聚优势。

2002—2012年,广东省各市第三产业比重有一定的上升。近10年广东省各市第三产业比重平均值最高的是广州、深圳、东莞,尤其是广州,从2002年开始,第三产业比重已经达到52.6%,并且比重不断增大,而云浮、惠州、揭阳比重较小,仅占到30%左右。从空间分布角度来看,第三产业比重在空间上分布最为均衡,重心基本分布在广东省地理位置重心周围,并且近10年来位置变化较小。沿海与内陆城市第三产业比重差异不大,珠三角城市略高于东翼、西翼城市,并且差距在慢慢变大。对于第三产业,应该扩大优势地区的影响力,以此来带动相邻地区的第三产业发展,推动城镇经济发展。

## 5 结论

本文运用空间分析方法,对广东省城镇化发展过程中的经济空间布局、空间分布差异、时空变化进行了较为全面的分析,不足之处在于所选择的数据粒度较大、所取时间段不长,应用粒度较小的数据才能更为全面、细致地看出广东省的城镇化经济发展变化趋势;若参考时间加长,并且以县级城市为考察对象,能够更加明显地看出城镇化经济发展过程。本文通过应用空间方法,从更加直观和宏观的角度对广东省的城镇化经济有了深入的了解,为政府和相关部门提供相应的科学决策依据。

### 参考文献:

- [1] Antrop M. Changing patterns in the urbanized countryside of Western Europe [J]. *Landscape Ecology* 2000, 15: 257 - 270.
- [2] Pickett S T A, Cadenasso M L, Grove J M, et al. Ecological, Physical, and Socioeconomic Components of Metropolitan Areas [J]. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 2001, 32: 127 - 57.
- [3] 樊杰, W. 陶普曼. 中国农村工业化的经济分析和省际发展水平差异 [J]. *地理学报*, 1996, 51(5): 398 - 407.
- [4] 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.
- [5] 孟斌, 王劲峰, 张文忠, 等. 基于空间分析方法的中国区域差异研究 [J]. *地理科学*, 2005, 25(4): 292 - 400.
- [6] 李国平, 范红忠. 生产集中、人口分布与地区经济差异 [J]. *经济研究* 2003(11): 79 - 86.
- [7] N. Gregory Mankiw. *Brief Principles of Macroeconomics* [M]. 2009.
- [8] Krugman P R. *Geography and Trade* [M]. Cambridge: MIT Press, 1991.
- [9] 周民良. 经济重心、区域差异与协调发展 [J]. *中国社会科学*, 2000(2): 42 - 53.
- [10] Mitchel A. *The ESRI Guide to GIS analysis, Volume 2: Spatial measurements and statistics* [J]. *ESRI Guide to GIS analysis* 2005.
- [11] De Smith M J, Goodchild M F, Longley P. *Geospatial analysis: a comprehensive guide to principles, techniques and software tools* [M]. Troubador Publishing Ltd 2007.
- [12] Anselin L. *Spatial Econometrics: Methods and Models* [M]. Dordrecht: Kluwer, 1988.
- [13] Anselin L. *Local Indicators of Spatial Association - LISA* [J]. *Geographic Analysis*, 1995, 27(2): 90 - 120.
- [14] 郭仁忠. *空间分析* [M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.
- [15] 冯宗宪, 黄建山. 1978—2003年中国经济重心与产业重心的动态轨迹及其对比研究 [J]. *经济地理*, 2006, 26(2): 250 - 254.
- [16] Zipf, G. K. The unity of nature, least-action and natural social science [J]. *Sociometry*, 1942, 5: 48 - 62.
- [17] 颜俊, 王章华. 30年来中国人口、经济、产业重心演变的轨迹及其对比 [J]. *南京人口管理干部学院学报*, 2010(1): 34 - 38.