

基于特征椭圆的中国经济空间分异研究

赵 璐, 赵作权

(中国科学院科技政策与管理科学研究所, 北京 100190)

摘要: 根据克鲁格曼的“两个自然”理论, 运用空间统计SDE方法, 在GIS技术的支持下, 基于中国国土空间特征椭圆系列——国土均衡分布椭圆、国土地形分布椭圆、人口分布椭圆等, 在空间上定量刻画了中国经济空间分异的基本特征, 并为分析经济空间分异提供了新的方法参考。主要结论如下: ① 在“两个自然”的分异作用下, 中国经济空间分异主要以东-西方向为主。相对于国土均衡分布椭圆, 国土地形分布椭圆明显偏西, 长、短轴均明显减小, 这反映出中国高地势主要集中分布在西部; 中国人口空间分布靠近东部地区, 其椭圆长、短轴长度均显著减小, 充分表现出了经济活动的空间分异特征和空间聚集特征; ② 国土地形等“第一自然”要素对社会经济活动的控制作用显著。人口分布椭圆对于地形分布椭圆的空间分异系数为89.55%, 其93%的空间展布范围位于胡焕庸线的东南, 且分布轴线基本与胡焕庸线平行; ③ 在“第二自然”聚集机制的作用下, 中国城市体系人口、GDP主体集中在胡焕庸线东南方约20%的大陆国土面积上, 且二者之间也存在着明显的空间差异。从“第一自然”要素的空间分异和控制作用来看, 胡焕庸线以西地区, 特别是西北侧地区发展经济、集聚人口的功能较弱。同时, 由于区域发展的内在核心动力聚集机制的空间差异性, 区域发展的过程也呈现不平衡的特征。从兼顾效率和公平的角度出发, 可通过重点培育人口分布较为集中的成渝城市群、关中城市群等中西部经济增长极拉动中国经济增长和市场空间向中西部发展; 可通过制定相关政策吸引人口向GDP分布椭圆北部地区流动、聚集, 发挥人口的红利作用, 推进经济增长由南向北发展。

关 键 词: 经济空间分异; 第一自然; 第二自然; 标准差椭圆; 中国

中图分类号: F129.9

文献标识码: A

文章编号: 1000-0690(2014)08-0979-08

经济发展受空间的影响, 而经济空间是非均质的, 经济增长在经济空间上表现出明显的空间分异特征, 因此一个国家或区域的经济的发展过程也是经济空间分异的过程^[1,2]。Krugman强调存在“第一自然”和“第二自然”两种力量决定空间的分异与城市的发育, 其中, 区域的自然禀赋为“第一自然”力量, 而由人类活动形成的交通条件、人口与资本聚集区位被称为“第二自然”^[3]。“第一自然”要素对经济空间的分异作用, 导致区域经济发展的起点不平衡; 而“第二自然”作用的空间差异性使得区域发展的过程呈现不平衡特征。

国内外诸多学者通过特征线、特征区域等直观地描述空间分异。如Krugman通过“平行四边形”揭示了美国制造业的空间分异^[4], 胡焕庸通过

“黑河-腾冲线”刻画出中国人口地理分界特征^[5], 吴尚时提出了中国地势的“中华对角线”^[6], 陆大道通过沿海海岸特征线强调了中国受国际市场影响的经济格局^[7]。中国幅员辽阔, 国土空间复杂多样, 区域经济发展差异大, 国内已有研究主要从区域层面分析经济空间分异格局和机制, 或以区域发展类型的差异表征空间分异, 或以静态空间结构表征空间分异, 经济空间分异程度等定量分析有待于进一步加强^[8-12]。在研究方法方面, 通常以“均质空间”为逻辑前提, 探索均质空间上要素的分布规律及经济主体的空间行为问题, 这就忽略了研究对象的空间区位等空间结构信息^[13,14]。此外, 目前还未有研究从国家层面定量分析、刻画中国经济空间分异。

收稿日期: 2013-06-28; **修订日期:** 2013-10-21

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(70933002)、国土资源部公益性行业专项经费项目(201011018)、中国博士后科学基金项目(2013M530741)资助。

作者简介: 赵 璐(1985-), 女, 山东聊城人, 博士, 助理研究员, 主要研究领域为空间经济分析、土地利用变化模拟、区域创新发展政策。E-mail: zhaolu@casipm.ac.cn

鉴于此,本研究借助空间统计方法,从“第一自然”和“第二自然”两个角度,基于全国尺度,通过系列特征椭圆精细刻画并定量描述“2个自然”作用下的中国经济空间分异,以期把握区域经济分异规律、制定区域协调发展战略、优化国土空间布局等提供依据。

1 方 法

利用空间统计方法研究社会经济、自然等要素的地理空间分布已引起国内外学者的关注^[15-17]。标准差椭圆(Standard deviational ellipse, SDE)是空间统计方法中能够精确地揭示经济空间分布多方面特征的方法^[18,19],最早由Lefever在1926年提出,用于揭示地理要素的空间分布特征^[20-24],已在社会学、人口学、犯罪学、地质学、生态学等领域得到广泛应用^[25-29]。

SDE方法通过以中心、长轴、短轴、方位角为基本参数的空间分布椭圆(见图1a所示)定量描述研究对象的空间分布整体特征。具体来说,空间分布椭圆以地理要素空间分布的平均中心为中心,分别计算其在X方向和Y方向上的标准差,以此定义包含要素分布的椭圆的轴。使用该椭圆可以查看要素的分布是否被拉长,由此而具有特定方向。

SDE方法基于研究对象的空间区位和空间结构,可从全局的、空间的角度定量解释地理要素空间分布的中心性、展布性、方向性、空间形态等特征。椭圆空间分布范围表示地理要素空间分布的

主体区域,其中,中心表示地理要素在二维空间上分布的相对位置,方位角反映其分布的主趋势方向(即正北方向顺时针旋转到椭圆长轴的角度),长轴表征地理要素在主趋势方向上的离散程度。SDE主要参数的计算公式如下:

$$\text{平均中心: } \bar{X}_w = \frac{\sum_{i=1}^n w_i x_i}{\sum_{i=1}^n w_i}; \bar{Y}_w = \frac{\sum_{i=1}^n w_i y_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (1)$$

方位角:

$$\tan \theta = \frac{\left(\sum_{i=1}^n w_i^2 \tilde{x}_i^2 - \sum_{i=1}^n w_i^2 \tilde{y}_i^2 \right) + \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n w_i^2 \tilde{x}_i^2 - \sum_{i=1}^n w_i^2 \tilde{y}_i^2 \right)^2 + 4 \sum_{i=1}^n w_i^2 \tilde{x}_i \tilde{y}_i}}{2 \sum_{i=1}^n w_i^2 \tilde{x}_i \tilde{y}_i} \quad (2)$$

$$x \text{ 轴标准差: } \sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (w_i \tilde{x}_i \cos \theta - w_i \tilde{y}_i \sin \theta)^2}{\sum_{i=1}^n w_i^2}} \quad (3)$$

$$y \text{ 轴标准差: } \sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (w_i \tilde{x}_i \sin \theta + w_i \tilde{y}_i \cos \theta)^2}{\sum_{i=1}^n w_i^2}} \quad (4)$$

式中, (x_i, y_i) 表示研究对象的空间区位, w_i 表示权重, (\bar{X}_w, \bar{Y}_w) 表示加权平均中心; θ 为椭圆方位角,表示正北方向顺时针旋转到椭圆长轴所形成的夹角, \tilde{x}_i 、 \tilde{y}_i 分别表示各研究对象区位到平均中心的坐标偏差; σ_x 、 σ_y 分别表示沿x轴和y轴的标准差。

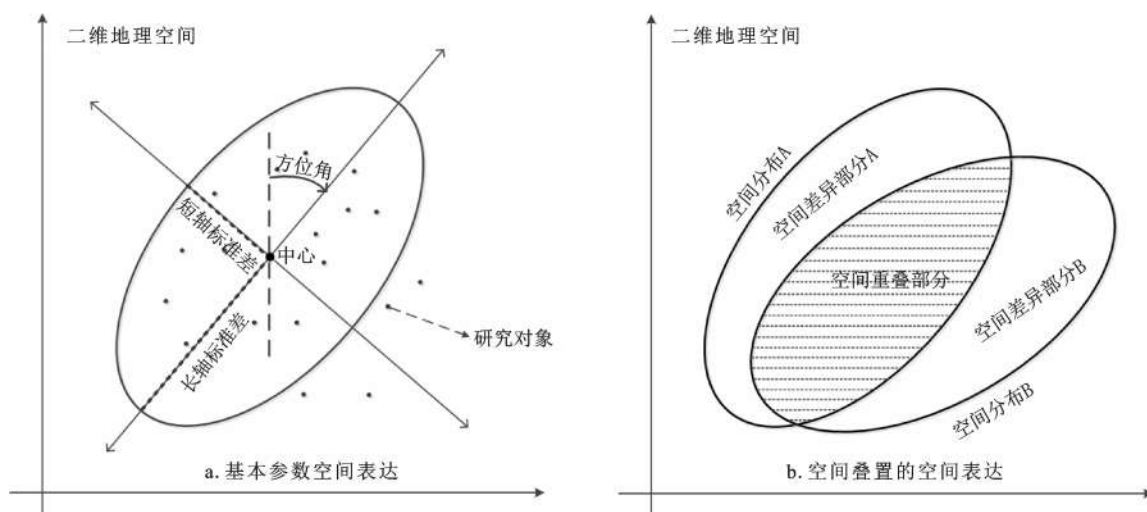


图1 SDE的空间表达

Fig.1 Graphic representation for SDE

对不同椭圆的大小、方位等基本参数进行比较,可以提供不同空间分布之间的差异信息,而且空间分异系数可以定量刻画不同分布之间的空间分异程度(图1b)。例如,空间分布B相对于A的空间分异系数 $I_{B/A}$ 可通过以下具体表达式定量描述:

$$I_{B/A} = \frac{\text{空间差异部分B的面积}}{\text{空间分布B的面积}} \quad (5)$$

本文研究所涉及的空间计算主要基于 ArcGIS 10.0 展开,空间参考为等面积的 Albers 投影坐标题系统(中央经线为 105°E,标准纬线分别为 25°N、47°N)。

2 基于特征椭圆的中国经济空间分异

倘若不考虑任何自然要素及社会经济要素的作用,社会经济、人口等在国土空间的分布应该是均衡、随机的,因而国土空间均衡分布是经济空间分异的起点。而实际上,在“第一自然”代表的自然禀赋差异的影响下,区域发展的起点并不平衡,同时,由于“第二自然”带来的区域发展内在核心动力——聚集机制的空间差异,区域发展的过程也呈现不平衡的特征,这“两个自然”的作用共同导致了经济空间的分异。

本研究采用 SDE 方法分别定量刻画出国土均衡分布以及表征“第一自然”和“第二自然”分异作用的相关特征分布,继而以国土均衡分布为基础参照,分别以国土空间“第一自然”和“第二自然”相关特征分布为依据,在空间上定量刻画、分析中国的经济空间分异。

2.1 国土均衡分布椭圆

国土作为国家的地理标志,具有特殊而复杂的几何特征,其国土尺度和形态对一个国家经济、人口、政治等的空间组织具有十分重要的影响。学术界早就认识到国土的空间几何特征,使用重心、标准距离方法等统计方法来确定这些特征^[30-33],但目前还未有学者应用 SDE 方法同时从中心性、展布范围、方向趋势等多个角度精细地定量刻画中国国土空间的几何特征。本文研究以 105°E 为中央经线,对中国连续大陆空间(不包括海南、台湾等岛屿)进行 30'×30' 经纬度剖分,在国家几何轮廓内共确定了 3 048 个剖分点来表征中国连续国土空间,继而以这些点的空间区位为基础,运用 SDE 方法在等权重的条件下(即将所有点的权重均设定为 1 或其他相同的值)计算得到完全均衡状

态下的中国国土空间分布椭圆。中国国界空间数据来源于国家基础地理信息系统。

计算得到的中国国土均衡分布椭圆见图 2,其中,中心在甘肃省兰州市(103.30° E, 36.64° N),长半轴为 1 684.35 km,短半轴为 1 161.88 km,方位角为 86.26°。从空间范围来看,国土均衡分布椭圆覆盖 528.34×10⁴km² 的大陆国土面积,约占全国国土面积的 55%。该特征椭圆可为研究中国空间分异提供基本参照,从而反映经济、人口等空间分布的不均衡性、集中性。

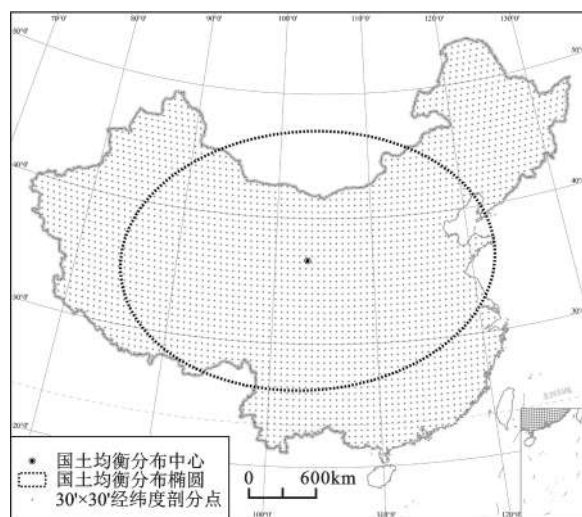


图2 中国国土空间均衡分布椭圆

Fig.2 The specific ellipse of equilibrium distribution in China

2.2 国土地形分布椭圆

Krugman 所说的“第一自然”力量主要是指海拔、地形、水资源等决定空间经济演变起点的自然禀赋要素,在长期尺度下具有不变性,可以促进或限制经济的发展。在自然要素中,地形因素是人地相互作用的空间结构基础,其对人类社会经济活动具有控制和分异作用^[34,35]。本文研究以地形因素为主要因素,通过中国连续国土空间地形分布椭圆刻画“第一自然”要素对区域经济空间发展起点的分异作用。

研究主要针对上述 3 048 个经纬度剖分点展开,借助 ArcGIS 的空间分析功能,基于数字高程模型数据(DEM, 1:400 万)提取出每个剖分点的高程信息。继而通过加权标准差椭圆方法计算连续国土空间地形分布椭圆——即基于 3 048 个剖分点的空间区位信息,将每个点要素的高程信息作为

权重计算得到国土地形分布椭圆。

通过计算,中国国土空间地形分布椭圆中心在青海省玉树藏族自治州(94.64°E , 35.16°N),长半轴 1 327.89 km,短半轴 870.11 km,方位角为 89.22° (图3)。总的来说,国土地形分布椭圆覆盖 $358.40\times 10^4\text{km}^2$ 的大陆国土面积,约占全国国土面积的 37%。相对于国土空间均衡分布,地形分布椭圆中心分布明显偏西,长、短轴均显著小于国土均衡分布椭圆,这直接反映出中国地势的西高东低。

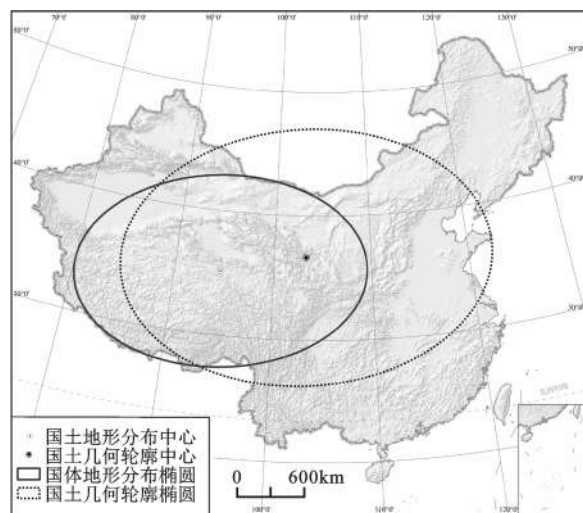


图3 中国国土空间地形分布椭圆

Fig.3 The specific ellipse of topography distribution in China

2.3 中国人口分布椭圆

Krugman将人类活动形成的交通条件、人口与资本聚集区位称为“第二自然”。经济活动最突出的空间特征是聚集,其产生的前提条件是经济活动的空间集中。如果需求和生产要素的空间分布完全均匀,所有的商品生产都将是当地性的,这时将没有空间分异^[36]。人是社会经济活动的基础,人的分布是人用脚在给自然、社会经济条件等投票,因而本文以人口分布为主要因素反映“第二自然”要素的分异作用,主要针对2010年中国第六次人口普查分县数据(不含港、澳、台地区)开展研究。

通过加权标准差椭圆方法计算人口分布椭圆,中国人口空间分布椭圆见图4,其中,椭圆中心在河南省南阳市(113.62°E , 32.63°N),长半轴为 1 092.86 km,短半轴为 822.18 km,方位角为 28.83° 。人口分布总体表现为“东北-西南”的空间分布格局,空间分布主体在长江中下游平原和黄

河中下游平原地区,其覆盖 $252.97\times 10^4\text{km}^2$ 的大陆国土面积,约占全国国土面积的 26%。

胡焕庸线是适宜人类生存地区的界线,而且具有稳定性^[37,38],其东南方约 40% 国土面积上居住着 90% 以上的人口,以平原、水网、丘陵、喀斯特和丹霞地貌为主,线西方人口密度极低,主要是草原、沙漠和雪域高原。从图4中可看出,中国人口分布轴线(长轴)与胡焕庸线近似平行,且其绝大部分分布在胡焕庸线的东南方。

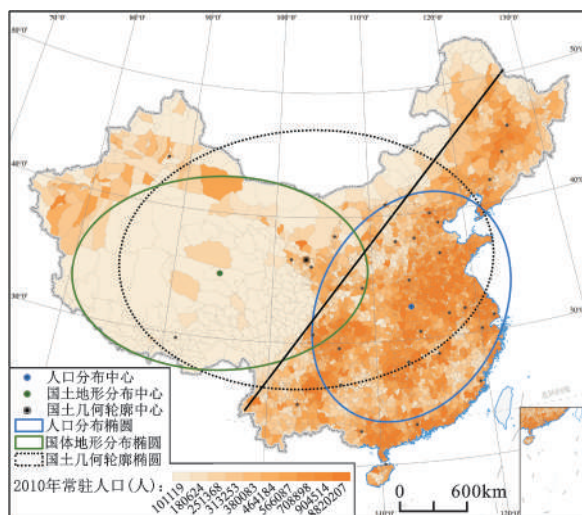


图4 中国国土空间人口分布椭圆

Fig.4 The specific ellipse of population distribution in China

3 结果分析与讨论

总的来说,中国国土空间均衡分布和地形分布总体表现为“东-西”空间格局,人口分布总体表现为“东北-西南”的空间分布格局(图4)。

相对于国土均衡分布椭圆,中国人口空间分布靠近东部地区,其椭圆长、短轴长度均显著减小,充分表现出了经济活动的空间分异特征和空间聚集特征。如国土空间均衡分布的椭圆长、短轴分别为人口分布椭圆长轴、短轴的 1.54、1.41 倍(表1)。

地形要素对人口分布及社会经济活动的控制和分异作用显著,其中,相对于地形分布椭圆,人口分布椭圆的空间分异系数为 89.55%(即,与地形分布的空间重叠部分仅占人口分布椭圆面积的 10.45%)。除了地形因素之外,水资源、气候等因素也对人类活动具有重要的影响,胡焕庸线是通

表1 中国特征椭圆参数
Table 1 Parameters of the specific ellipses in China

特征椭圆	中心坐标	长半轴 (km)	短半轴 (km)	方位角	中心所在城市	空间范围约占大陆 国土空间的比重
国土均衡分布椭圆	103.30°E, 36.64°N	1684.35	1161.88	86.26°	兰州市	55%
国土地形分布椭圆	94.64°E, 35.16°N	1327.89	870.11	89.22°	玉树藏族自治州	37%
中国人口分布椭圆	113.62°E, 32.63°N	1092.86	822.18	28.83°	南阳市	26%
城市体系人口分布椭圆	114.15°E, 32.65°N	1049.56	631.94	25.41°	驻马店市	20%
城市体系GDP分布椭圆	115.68°E, 32.94°N	1048.50	665.93	16.58°	阜阳市	20%

过人口表现出的自然,其与气象上的降水线、地貌区域分割线等均存在某种程度的重合,如,与作为中国半湿润区和半干旱区分界线的400 mm等降水量线基本重合。结合胡焕庸线进一步分析“第一自然”要素的分异作用,经计算,人口特征椭圆的93%位于胡焕庸线的东南方。

在中国经济主体区域的内部,也存在着经济空间分异。城市作为集聚经济在空间上的体现,其经济产出在一定程度上可以反映出聚集经济的空间分异作用。因此,为了进一步分析和讨论中国经济空间分异,本部分研究基于2010年287个地级及以上城市的人口和地区生产总值^[39],得到中国地级城市体系人口分布和GDP分布特征椭圆,见图5。通过计算,城市体系人口分布中心与基于县域普查数据的人口分布中心基本一致(表1),且城市体系人口分布椭圆范围占县域普查人口分布椭圆面积的74%,因而研究城市体系经济具有较强的代表性。

由图5可看出,中国地级城市体系人口、GDP分布主体均完全分布在胡焕庸线的东南方,主要集中在约20%的大陆国土面积上,而且二者之间也存在着明显的空间差异。总体来说,基于地级城市体系的GDP-人口两个分布之间以东-西方向差异为主,GDP分布相对于人口分布的空间分异系数为15.45%(即,二者空间重叠部分占GDP分布椭圆面积的84.55%)。由于中国经济主体——沿海地带的狭长状分布特征,城市GDP空间分布,更靠近东部沿海地区,椭圆方位角较小,分布范围(长、短轴)略大。人口分布以长江中下游平原和黄河中下游平原地区为主体,在GDP分布椭圆的西南方。

综合以上分析,由于地形、降水、气候等自然禀赋因素是影响区域发展起点不平衡的根本原

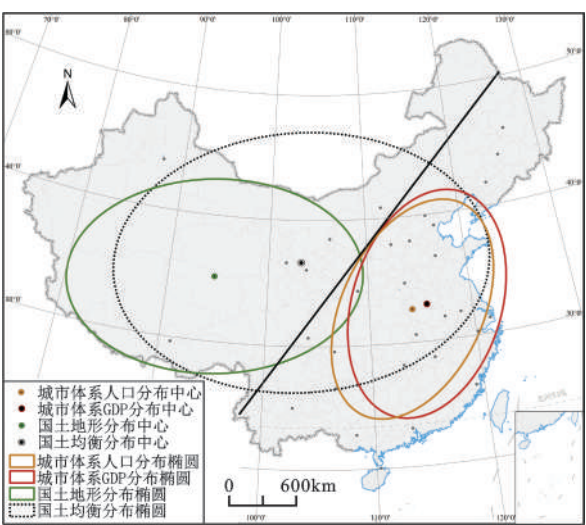


图5 中国经济空间分异格局
Fig.5 Spatial variation of economic in China based on specific ellipses

因,因此从“第一自然”要素的空间分异和控制作用来看,胡焕庸线以西地区,特别是西北侧地区发展经济、集聚人口的功能较弱,其总体以生态保护和恢复为主(根据国家“十一五”规划纲要,中国22个限制开发区域大多分布在胡焕庸线两侧)。而且通过对比分析2000年第五次县域普查人口分布椭圆和2010年第六次县域普查人口分布椭圆,发现2010年中国人口分布中心向东南方向移动,西部地区有限的人口红利仍在流失,东、西部地区人口不均衡性在进一步加大,这也为西部地区经济发展带来不利影响。

产业的空间聚集是一种地缘现象,因而经济空间分异作用是不可避免的,但确保空间发展能够兼顾效率和公平是实现国土经济空间优化发展的关键。国家“十二五”规划纲要提出要构建城市化战略格局,促进经济增长和市场空间由东向西、

由南向北拓展。靠近人口分布是判别区域空间公平的标准^[40],而临近市场空间则更能体现效率,因而减小二者之间的空间差异将有助于兼顾效率和公平。目前中国城市体系人口分布比GDP分布略靠西南方,通过重点培育人口分布较为集中的成渝城市群、关中城市群等中西部经济增长极可有助于拉动中国经济增长和市场空间向西发展;可通过制定相关政策吸引人口向GDP分布椭圆北部地区流动、聚集,发挥人口红利的拉动作用,推进经济增长由南向北发展。

4 主要结论与政策建议

本研究根据克鲁格曼的“两个自然”理论,运用空间统计SDE方法,在GIS技术的支持下,基于中国国土空间特征椭圆系列——国土均衡分布椭圆、国土地形分布椭圆、人口分布椭圆,在空间上定量刻画了“两个自然”作用下的中国经济空间分异特征。主要结论如下:①在“两个自然”的分异作用下,中国经济空间差异以东-西方向为主。相对于国土均衡分布椭圆,国土地形分布椭圆明显偏西,长、短轴均明显减小,这反映出中国高地势主要集中分布在西部;中国人口空间分布靠近东部地区,其椭圆长、短轴长度均显著减小,充分表现出了经济活动的空间分异特征和空间聚集特征。②国土地形等“第一自然”要素对社会经济活动的控制作用显著。人口分布椭圆对于地形分布椭圆的空间分异系数分别为89.55%,其93%的空间展布范围位于胡焕庸线的东南,且分布轴线基本与胡焕庸线平行。③在“第二自然”聚集机制的作用下,中国城市体系人口、GDP主体集中在胡焕庸线东南方约20%的大陆国土面积上,且二者之间也存在着明显的空间差异。城市体系GDP分布相对于城市体系人口分布的空间分异系数为15.45%。

中国东部与西部之间自然禀赋的差异,导致区域发展的起点不平衡。从“第一自然”要素的空间分异和控制作用来看,胡焕庸线以西地区,特别是西北侧地区发展经济、集聚人口的功能较弱,而且西部地区有限的人口红利仍在流失。同时,由于区域发展的内在核心动力聚集机制的空间差异性,区域发展的过程也呈现不平衡的特征。通过实施西部大开发、振兴东北、中部崛起等国家层面的区域发展政策,可以改变制约聚集机制发挥效

果的外部环境,减小区域差异,促进区域经济协调发展。具体来说,从兼顾效率和公平的角度出发,可通过重点培育人口分布较为集中的成渝城市群、关中城市群等中西部经济增长极拉动中国经济增长和市场空间向中西部发展;可通过制定相关政策吸引人口向GDP分布椭圆北部地区流动、聚集,发挥人口红利的拉动作用,推进经济增长由南向北发展。

本文研究也为从空间的、全局的角度定量分析经济空间分异提供了新的方法参考。在今后的研究中,可进一步深化研究中国社会经济主体区域内的经济空间差异问题,从而为制定国土优化开发战略、区域协调发展政策提供决策依据。

参考文献:

- [1] Clark Edwards. Spatial aspects of rural development[J]. *Agricultural Economics Research*, 1981, **33**(3): 11-24.
- [2] 李敏纳, 蔡 舒. 区域经济空间分异研究评述[J]. *河南大学学报(社会科学版)*, 2010, **50**(1): 51-57.
- [3] Krugman P. First nature, second nature and metropolitan location[J]. *Journal of Regional Science*, 1993, **33**: 129-144.
- [4] Krugman P. Increasing returns and economic geography[J]. *Journal of Political Economy*, 1991, **99**(1): 483-499.
- [5] 胡焕庸. 中国人口之分布[J]. *地理学报*, 1935, **2**(2): 33-74.
- [6] 何大章, 陈小橙. 我国地形“对角线”及弧形山脉与河流[J]. *河南大学学报*, 1986, (3): 89-91.
- [7] 陆大道. 结构与最佳发展——提出“点-轴系统”和“T”型结构以来的回顾与再分析[J]. *地理科学*, 2001, **2**: 127-135.
- [8] 夏海斌, 王 铮. 中国大陆空间结构分异的进化[J]. *地理研究*, 2012, **31**(12): 2123-2138.
- [9] 樊福才. 黄河流域城市经济空间分异与发展研究[D]. 开封: 河南大学, 2008.
- [10] 徐 勇, 马国霞, 郭腾云. 区域经济增长时空分异模拟方法——以京津冀城市圈为例[J]. *地理科学*, 2007, **27**(6): 749-755.
- [11] 陈月英. 近20年来中国滨海地带区域经济分异特点研究[J]. *地理科学*, 2007, **27**(5): 642-647.
- [12] 刘青春, 王 铮. 中国区域经济差异形成的三次地理要素[J]. *地理研究*, 2009, **28**(2): 430-440.
- [13] Niko S, Guillermo P, Amit P, et al. Inequity in human resources for health: measurement issues[J]. *Geographical Analysis*, 2012, (44): 151-161.
- [14] 俞 路, 蒋元涛. 我国区域经济差异的时空分析——基于全国与三大都市圈的对比分析[J]. *财经研究*, 2007, **33**(3): 17-28.
- [15] Wagner H H, Fortin M J. Spatial analysis of landscapes: concepts and statistics[J]. *Ecology*, 2005, **86**: 1975-1987.
- [16] Gotway C A, Linda L J. Combining incompatible spatial data

- [J]. Journal of the American Statistical Association, 2002, **97**: 632-648.
- [17] Duranton G, Overman H G. Testing for localization using micro-geographic data[J]. Review of Economic Studies, 2005, **72**: 1077-1106.
- [18] Lauren M S, Mark V J. Spatial statistics in ArcGIS[C]/Fischer M M, Getis A. Handbook of Applied Spatial Analysis: Software Tools, Methods and Applications[M]. Berlin: Springer, 2010.
- [19] Wong D W S. Several fundamentals in implementing spatial statistics in GIS: using centrophagic measures as examples[J]. Geographic Information Sciences, 1999, (2): 163-173.
- [20] Lefever D W. Measuring geographic concentration by means of the standard deviational ellipse[J]. The American Journal of Sociology, 1926, (1): 88-94.
- [21] 赵作权. 地理空间分布整体统计研究进展[J]. 地理科学进展, 2009, (1): 1~8.
- [22] Warntz W, Neft D. Contributions to a statistical methodology for areal distribution[J]. Journal of Geographical Systems, 2011, (13): 127-145.
- [23] Robert S Y. The standard deviational ellipse: An updated tool for spatial description[J]. Geografiska Annaler. Series B, Human Geography, 1971, (1): 28-39.
- [24] Furfey P H. A note on Lefever's "standard deviational ellipse" [J]. American Journal of Sociology, 1927, (33): 94-98.
- [25] O'Loughlin J, Witmer F D W. The localized geographies of violence in the North Caucasus of Russia, 1999-2007[J]. Annals of the Association of American Geographers, 2010, **101**(1): 178-201.
- [26] Vanhulsel M, Carolien Becks, Davy Janssen, et al. Measuring dissimilarity of geographically dispersed space-time paths[J]. Transportation, 2011, **38**: 65-79.
- [27] Mamuse A, Porwal A, Kreuzer O, et al. A new method for spatial centrophagic analysis of mineral deposit clusters[J]. Ore Geology Reviews, 2009, **36**(4): 293-305.
- [28] Yue T X, Fan D M, Liu J Y. Changes of major terrestrial ecosystems in China since 1960[J]. Global and Planetary Change, 2005, **48**: 287-302.
- [29] 赵 媛, 杨足膺, 郝丽莎, 等. 中国石油资源流动源-汇系统空间格局特征[J]. 地理学报, 2012, **67**(4): 455~466.
- [30] Bachi R. Standard distance measures and related methods for spatial analysis[J]. Regional Science Association, 1962, **10**: 83-133.
- [31] Neft D S. Statistical analysis for areal distributions[M]. Philadelphia: Regional Science Research Institute, 1966.
- [32] U.S. Census Bureau. Centers of Population Computation for 1950, 1960, 1970, 1980, 1990 and 2000[R]. Washington, D.C, 2001.
- [33] 赵作权, 宋敦江. 中国国土全局空间统计[J]. 科技导报, 2009, **24**: 56~60.
- [34] 陆大道, 刘卫东. 论我国区域发展与区域政策的地学基础[J]. 地理科学, 2000, **20**(6): 487~493.
- [35] 封志明, 唐 焰, 杨艳昭, 等. 中国地形其幅度及其与人口分布的相关性[J]. 地理学报, 2007, **62**(10): 1073~1082.
- [36] Brakman S, Garretsen H, Marrewijk C. An Introduction to geography economics. Trade, location and growth[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
- [37] 胡焕庸. 中国人口的分布、区划和展望[J]. 地理学报, 1990, **45** (2): 139~145.
- [38] 葛美玲, 封志明. 基于 GIS 的中国 2000 年人口之分布格局研究——兼与胡焕庸 1935 年之研究对比[J]. 人口研究, 2008, **32** (1): 51~57.
- [39] 国家统计局城市社会经济调查司. 中国城市统计年鉴[R]. 北京: 中国统计出版社, 2011.
- [40] 樊 杰, 陶岸军, 吕 晨. 中国经济与人口重心的耦合态势及其对区域发展的影响[J]. 地理科学进展, 2010, **29**(1): 87~95.

Projecting the Spatial Variation of Economic Based on the Specific Ellipses in China

ZHAO Lu, ZHAO Zuo-quan

(Institute of Policy and Management, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190)

Abstract: This study described the spatial variation in China spatial explicitly through a series of ellipses according to Krugman's "first and second natural" theory. The ellipse of national geometric profile in China was taken as the original state of spatial variation. The first nature variation could be explained through the ellipse of topographical distribution in China, and the second nature variation was represented by the spatial distribution of population. The results are as followings. 1) The spatial variation is mainly between the eastern and the western area in China. The spatial coverage of topographical distribution ellipse is in the west, and it is much smaller than the equilibrium distribution ellipse which is in accordance with the topographical characteristics that the west is higher than the east in China. The population distribution ellipse is mainly covering the North China Plain and the Middle and Lower Yangtze Valley Plain and its spatial coverage is much smaller. It is proved the spatial variation of the first nature and the spatial agglomeration of the second nature. 2) The spatial variation from the first natural factors is significant in China. 93% of the population distribution ellipse range is located in the southeast of Hu's line, and the main axis is almost parallel to Hu's line. The spatial variation index of population distribution ellipse to the topographical distribution ellipse is 89.55%. 3) For the prefectural-level cities, the population ellipse and GDP ellipse are aggregated in the southeast of Hu's line which is 20% of the mainland area in China. There is the spatial disparity between the population and GDP distribution. In general, the natural endowments between the east and west in China resulted in the unbalanced beginning of regional development. It is shown that the regions in the north of Hu's line, especially in the northwest area, is weak to gathering the population. Meanwhile, spatial differences of the agglomeration which is the inner core of the regional developing momentum present the unbalanced process of regional development. From the perspective of both efficiency and equity, the promotion of Chengdu-Chongqing, Guanzhong and other major economic zones which is with the large population is relatively could stimulate the economic growth in central and western China, and to attract the population concentration in the north part of GDP distribution ellipse could promote the economy development from the south to the north. In addition, Standard deviation ellipse method can not only subtly describe the spatial variation of the different features, but also can quantitatively analyze the extent of spatial variation, and it is proved to be a new method for reference to study the economic spatial variation.

Key words: spatial variation; first nature; second nature; standard deviational ellipse; China