

县域农业比重的时空格局及其演变研究——以内蒙古自治区为例

刘进¹, 徐仁泰¹, 赵祎², 聂普璇¹

(1. 中国地质大学(北京)土地科学技术学院, 北京 100083; 2. 北京建筑大学环境与能源工程学院, 北京 100044)

摘要 运用空间自相关、空间马尔科夫链方法对1987~2014年内蒙古自治区县域农业比重数据的时空分布及时空演变特征进行了研究。结果表明:①内蒙古自治区农业比重空间自相关性强且空间聚集现象明显;②农业比重存在区域趋同趋势,“低”水平县域趋同趋势有所加强,“高”水平县域趋同趋势有所减弱;③县域自身及其邻域同时向上转移的地区主要集中在蒙东以及蒙西的乌兰察布且呈收缩态势,县域自身或邻域有一方或双方均向下转移的区域绝大多数位于蒙西;④农业比重水平转移显著受到时间和区域背景的制约,区域趋同趋势在时间和空间上表现出不稳定与不独立的特征;⑤1987~2001年,农业比重低水平地区和高水平地区的区域背景对水平转移均起到了负面影响;2001~2014年,农业比重低水平地区的区域背景对水平转移起到了负面影响,而高水平的区域背景则产生了正面影响。这为内蒙古自治区不同时期、不同区域的区域趋同趋势存在及差异提供了空间上的解释。

关键词 农业比重;时空演变;空间自相关;空间马尔科夫链;内蒙古自治区

中图分类号 S-9 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)24-223-03

Spatial-temporal Patterns and Evolution of Agriculture Share at County Level — A Case of Inner Mongolia Autonomous Region

LIU Jin¹, XU Ren-tai¹, ZHAO Yi² et al (1. School of Land Science and Technology, China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083; 2. School of Environment and Energy Engineering, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing 100044)

Abstract The spatial patterns and spatial evolution of agriculture share at county level were researched in Inner Mongolia Autonomous Region from 1987 to 2014, using spatial autocorrelation and spatial Markov chains. The results showed that the corresponding results demonstrated a strong spatial autocorrelation and an obvious spatial accumulation of agriculture share in Inner Mongolia Autonomous Region. The agriculture share had the tendency of region convergence, which was strengthened in low level counties and weakened in high level counties. The upwardly transferring areas including the county as well as the neighborhood were mainly centralized the east regions of Inner Mongolia Autonomous Region and Wulanchabu, the western city of Inner Mongolia Autonomous Region with a Shrinkage trend. The majority of the regions where either one of the county and the corresponding neighborhood or both transfer downward were located in the west of Inner Mongolia Autonomous Region. The transfer of the agriculture share was remarkably restricted by time and regional background and the trend of regional convergence behaved unstably and dependently in terms of time and space. During 1987 and 2001, negative effects on the level transfer resulted from regional background could be found in regions with both high and low agricultural share. The regional background of the region with low agriculture level negatively affected the level transfer, whereas active effects were generated from that of high level. This research provided adequate spatial explanation for the existence and difference of regional convergence of Inner Mongolia Autonomous Region in different periods and regions.

Key words Agriculture share; Spatial-temporal evolution; Spatial autocorrelation; Spatial Markov Chains; Inner Mongolia Autonomous Region

经济发展过程中,农业总产值的贡献份额下降已是许多发达国家和发展中国家工业化发展的普遍规律。内蒙古自治区经济发展的实践同样符合这一规律。据国家统计局数据显示,1987年内蒙古农业总产值占GDP比重41.3%,而2014年降低为15.6%,降低了近62.2%^[1-2]。面对农业比重逐年下降的趋势,大量学者开始从三次产业经济结构及农业占GDP比重方面研究我国的农业比重下降问题,而对于农业比重的分布、演化及影响因子的研究一直是国内农业比重研究的重点。目前学者们主要从时间变化和空间分布2个角度进行研究,但往往将时间和空间割裂开来,且多针对孤立的地区进行研究,研究方法多采用理论论证法结合数理统计分析,很少结合地统计方法实证研究,忽略了空间上的联系性与差异性^[3-5]。

由于内蒙古自治区地域跨度较大,102个县(旗)在自然环境、社会经济等方面差异较大,过去的30年农业比重整体呈下降趋势,但每个县(旗)下降的具体情况有所不同^[2,6]。结合县(旗)自身特征属性,研究农业比重在不同县(旗)的时空分布格局和趋同演变趋势,对于更好地理解不同县域农

业比重的时空演变规律十分重要。笔者以内蒙古自治区102个县(旗)为研究对象,基于1987~2014年农业总产值和GDP数据,运用空间自相关分析和马尔科夫链方法,从时空维度对内蒙古农业比重的格局分布及时空演变进行分析,为区域农业经济相关政策制定提供参考。

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源及预处理 国内外研究农业比重的指标通常有农业总产值(农、林、牧、副、渔)占GDP比重、第一产业增加值占GDP比重。其中第一产业增加值占GDP比重表示某年某地区第一产业增加值与GDP之比,是最常用的一种方法,而农业总产值占GDP比重也有使用^[1,7,9]。该研究考虑数据的可获取性与完整可靠性,选用农业总产值占GDP比重(以下称之为农业比重)来测度内蒙古县域农业比重水平,其中农业比重=(农业总产值/GDP)×100%。县域农业总产值和GDP数据来源于1987~2014年《内蒙古统计年鉴》,通过数据空间化和预处理,获取了内蒙古自治区86个县级行政区域农业比重数据。

1.2 研究方法

1.2.1 空间自相关。空间自相关是指地理事物分布于不同空间位置的某一属性值之间的统计相关性。全局空间自相

关是对地理研究对象属性值在整个研究区的空间位置格局的反映,全局 Moran's I 指数是最为常用的空间自相关指标,计算公式如下:

$$\text{Moran's } I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \times (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (1)$$

式中, n 为空间单元个数;空间权重矩阵元素 w_{ij} 是空间对象在第 i 和第 j 两点的空间连接系数; x_i 和 x_j 分别为空间对象在第 i 和第 j 两点的属性值, $\bar{x}$ 为平均值。Moran's I 指数取值范围为 $[-1, 1]$,越接近于 -1 ,代表区域间的差异越大;越接近于 1 ,代表区域间的差异越小;接近于 0 ,则代表区域间不相关。

全局 Moran's I 指数用来衡量空间事物某属性在整个空间上的分布特征,而局域 Moran's I 指数用来研究局域空间内是否存在空间自相关,即探测空间热点区域。该研究采用 LISA 聚集地图来表征局域空间自相关性:

$$I = \frac{x_i - \bar{x}}{s^2} \sum_j w_{ij} (x_j - \bar{x}) \quad (2)$$

式中, s^2 为 x_i 的离散方差; $\bar{x}$ 为均值; w_{ij} 为权重矩阵。LISA 聚类图表达了 4 种不同的空间自相关类别:高-高(HH)、低-低(LL)、低-高(LH)和高-低(HL)^[10-11]。

1.2.2 空间马尔科夫链。空间马尔科夫链是传统的马尔科夫链方法与“空间滞后”这一概念相结合的产物。运用空间马尔科夫链可以有效地分析区域之间的空间关系对区域农业比重变化趋同的影响。具体来看,先通过区域观测值向量(V)和空间权重矩阵(W)乘积(VW)得到空间滞后算子,然后对区域观测值和空间滞后算子进行 K 种等级划分,再以区域在初始年份 t 的空间滞后类型为条件,将传统的 $K \times K$ 马尔科夫矩阵分解成 K 个 $K \times K$ 条件转移概率矩阵。其中传统马尔科夫矩阵中元素的计算公式为:

$$P_{ij} = n_{ij} / N_i \quad (3)$$

式中, P_{ij} 表示区域 t 年份从初始状态 i 经过一步到 $t+1$ 年份转变为状态 j 的概率; n_{ij} 表示整个研究时间区间内, t 年份初始状态为 i 经过一步到 $t+1$ 年份转变为 j 的县域数; N_i 表示整个时间段内状态等级是 i 的所有县域数。空间马尔科夫链有向上、平稳、向下 3 种转移形式,分别对应区域水平由初始状态经过提高、不变、下降 3 种转移方式到最终状态^[12-13]。

2 结果与分析

2.1 全局空间自相关分析 1987~2014 年内蒙古自治区农业比重的 Moran's I 指数见图 1。由图 1 可知,1987~2001 年内蒙古自治区农业比重 Moran's I 指数整体从较高水平不断大幅下降,高值与高值聚集、低值与低值聚集效应越来越弱,各县域农业比重趋向随机分布状态演变。其间,1994 和 1999 年出现 2 次显著跳变,表现出很强的波动性;2001~2007 年, Moran's I 指数开始反弹,出现震荡增长趋势,2007~2014 年增长趋于缓和,一直平稳保持较高水平。整体演变趋势是农业比率高值区域与高值区域聚集、低值区域与低值区域聚集。

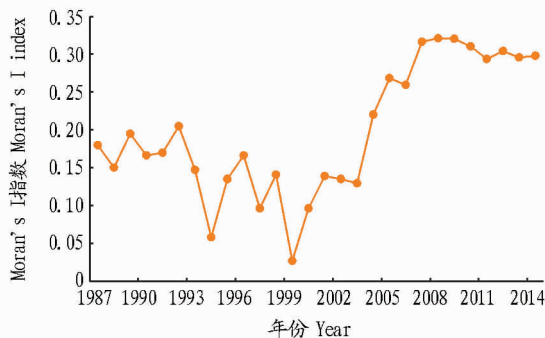


图 1 1987~2014 年内蒙古自治区农业比重的 Moran's I 指数

Fig. 1 Moran's I index of agriculture share in Inner Mongolia Autonomous Region in 1987-2014

2.2 局部空间自相关分析 1987、2001 和 2014 年内蒙古自治区县域农业比重的 LISA 聚类分布见图 2。由图 2 可知,1987 年阿拉善左盟是主要的 LL 区,农业比重呈现低值聚集。HH 区主要包括通辽的 6 个县与赤峰的 2 个县,农业比重呈现高值聚集。这些区域在这一时期与周围农业发展状况关联较强。2001 年较 1987 年,LL 区新增了以鄂尔多斯市区为中心的 3 个县级行政区域。HH 区向外扩散,周围出现了 LH 区,说明通辽和赤峰的 HH 区和周边区域农业发展差异增大。呼伦贝尔开始出现 HH 区,说明呼伦贝尔凭借自然条件等优势,在农业产业方面开始发力。2014 年全区农业比重呈现两极化现象,东部以呼伦贝尔为主导呈 HH 区聚集,西部以呼包鄂与阿拉善盟为主导呈 LL 聚集,通辽与赤峰的 HH 区基本消失。综合来看,1987~2014 年内蒙古东部地区农业比重水平较高,且带动周围地区升高,西部地区农业比重水平较低,且影响周围地区不断走低。两极聚集范围均有不同程度的扩大。

2.3 农业比重空间水平变化 前文分析结果显示,内蒙古县域农业比重水平转移类型在时间上不稳定,1987~2001 年和 2001~2014 年 2 个期间存在显著差异。基于 Matlab 软件,得到 1987~2001 年和 2001~2014 年 2 个时期内蒙古县域农业比重水平马尔科夫转移矩阵(表 1),并以区域不同的空间滞后类型为条件,分别构建 2 个时期的空间马尔科夫转移矩阵(表 2)。以某一年内蒙古自治区 86 个县域的农业比重平均值为基准,将不同时期各县域的农业比重划分为 4 个等级:①低,县域农业比重低于全区平均值的 50%;②中低,县域农业比重介于全区平均值的 50%~100%;③中高,县域农业比重介于全区平均值的 100%~150%;④高,县域农业比重高于全区平均值的 150%。

转移概率矩阵中,对角线上的数值表示县域农业比重水平没有发生变化的概率,非对角线上数值表示不同县域间农业比重水平发生转移的概率。表 1 中,从转移概率率上来看,1987~2014 年,农业比重转移矩阵对角线元素均较小,农业比重水平一直波动较大;从频次上来看,1987~2001 年,初期为“低水平”和“高水平”县域数量分别为 164 和 542,高水平数量远多于低水平,而 2001~2014 年,初期为“低水平”和

“高水平”县域数量分别为 410 和 143,低水平县域显著增多,高水平县域显著减少。传统马尔科夫链可以获得县域农业比重水平的时间演变特征,但无法探测邻域农业比重水平对本地区的影响作用。邻近县域在区位与自然资源条件上往

往类似,伴随着县域间基础设施的完善,各种联系通道的建立使得农业经济发展水平与结构等的县域间相互影响日益明显,县域农业比重水平的变化越来越受到周边地区的影响。

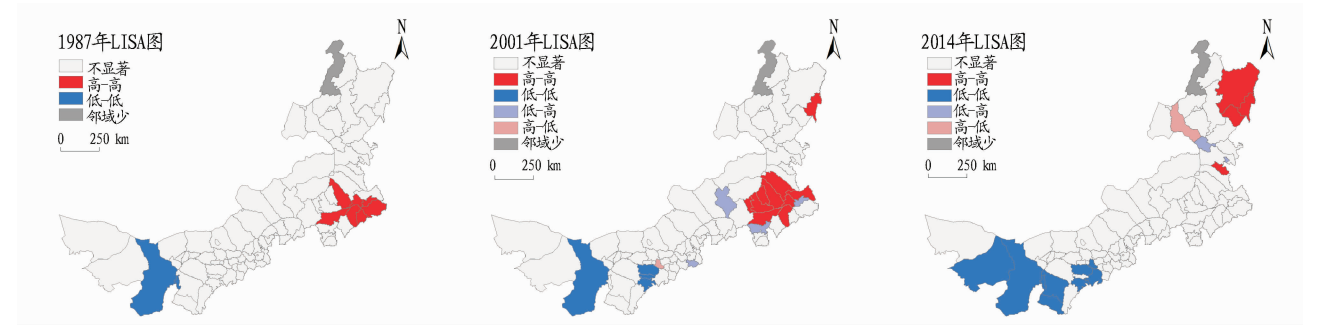


图 2 1987、2001 和 2014 年内蒙古自治区县域农业比重的 LISA 聚类分布

Fig. 2 LISA cluster analysis of agriculture share in Inner Mongolia Autonomous Region in 1987 – 2014

表 1 1987 ~ 2014 年内蒙古自治区县域农业比重等级马尔科夫转移矩阵

Table 1 Markov transferring matrix of agriculture share grade at county level in Inner Mongolia Autonomous Region in 1987 – 2014										
t_i/t_{i+1}	县域数 County number	1987 ~ 2001 年				县域数 County number	2001 ~ 2014 年			
		1	2	3	4		1	2	3	4
1	164	0.25	0.15	0.31	0.29	410	0.46	0.25	0.24	0.05
2	169	0.12	0.23	0.39	0.26	284	0.38	0.30	0.30	0.02
3	415	0.13	0.19	0.42	0.26	367	0.26	0.23	0.35	0.16
4	542	0.09	0.05	0.23	0.63	143	0.12	0.08	0.38	0.42

表 2 1987 ~ 2014 年内蒙古自治区县域农业比重等级空间马尔科夫转移矩阵(以空间滞后为条件)

Table 2 Markov transferring matrix of agriculture share grade space at county level in Inner Mongolia Autonomous Region in 1987 – 2014

空间滞后 Spatial lag	t_i/t_{i+1}	县域数 County number	1987 ~ 2001 年				县域数 County number	2001 ~ 2014 年			
			1	2	3	4		1	2	3	4
1	1	11	0.73	0.27	0.00	0.00	224	1.00	0.00	0.00	0.00
	2	11	0.20	0.40	0.40	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	7	0.00	0.43	0.43	0.14	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	4	1	0.00	1.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1	72	0.39	0.13	0.04	0.44	173	0.78	0.14	0.06	0.02
	2	27	0.41	0.33	0.11	0.15	52	0.62	0.31	0.08	0.00
	3	19	0.50	0.11	0.22	0.17	24	0.29	0.42	0.29	0.00
	4	92	0.25	0.08	0.10	0.58	3	0.00	0.33	0.67	0.00
3	1	186	0.18	0.17	0.19	0.45	157	0.57	0.19	0.15	0.10
	2	126	0.24	0.28	0.20	0.29	95	0.47	0.28	0.13	0.13
	3	139	0.22	0.15	0.22	0.41	122	0.14	0.14	0.27	0.45
	4	569	0.16	0.07	0.08	0.69	214	0.03	0.10	0.25	0.62
4	1	2	0.00	0.00	0.00	1.00	24	0.21	0.29	0.08	0.42
	2	5	0.00	0.00	0.00	1.00	18	0.11	0.06	0.56	0.28
	3	5	0.00	0.00	0.00	1.00	28	0.26	0.15	0.26	0.33
	4	18	0.12	0.24	0.29	0.35	70	0.14	0.09	0.13	0.64

对比表 2 结果发现,1987 ~ 2001 年,周边地区农业比重水平为“低”时,对当中区域的农业比重水平有下拉作用,且当中区域水平越高,下拉作用越明显。以空间滞后条件为“低”区域为例,1987 ~ 2001 年“中高”水平向下转移的概率为 43%,而“高”水平向下转移概率为 100%。周边地区农业比重水平为“高”时,对当中区域的农业比重水平有上推作用,1987 ~ 2001 年“低”,“中低”以及“中高”区域向上转移概率均为 100%;2001 ~ 2014 年,农业比重水平演化较为剧烈的区域受周边农业比重等级为“低”和“中低”的区域影响较大,对角线上的数值偏小,且有 0 值;周边地区农业比重水平

为“低”和“中低”时,周边农业比重水平对当中区域下拉作用明显,以空间滞后类型“中低”为例,2001 ~ 2014 年当中区域从“中高”和“高”水平向下转移的概率均为 100%。周边地区农业比重水平为“中高”和“高”时,周边农业比重水平对当中区域上推作用明显。综上可知,农业比重水平的演变受到邻域水平的高低影响。1987 ~ 2014 年内蒙古农业比重“低”水平区域和“高”水平区域均有区域趋同趋势,“低”水平区域区域趋同趋势有所加强,“高”水平区域趋同趋势有所减弱。

(下转第 234 页)

实用性材料,开展技术培训、远程教育、科技下乡和信息咨询等服务,促进石家庄市信息技术与农业生产的进一步融合,带动农业产业化进一步发展。

5 平台推广应用前景及展望

借助于电脑、手机等网络传输设备,利用互联网开展农业技术推广工作,是今后一段时期内农业技术推广的主要方式。今后的农业专家在线系统将会以传统的农业系统为基础,综合考虑农业生产中的所有环节,为农业生产提供一个全面的辅助决策系统。同时,足够的领域知识支撑着一个专家系统解决农业实际问题的能力,今后的农业专家系统将是农业领域专家知识和计算机领域专家知识的统一体,必将其其他新技术融入专家系统,如多媒体技术、虚拟现实技术等,形成集成多种技术的综合系统。

(上接第 225 页)

总体而言,由于自然环境和区位条件等的差异,内蒙古自治区农业比重水平发展并不平衡,一直存在着区域差异,且农业水平转移在地理空间上并不是孤立的,往往受到邻域农业比重水平高低的影响。具体分析为:1987~2001 年,内蒙古自治区共有 30 余个县域向上转移,其中大部分坐落在蒙东的呼伦贝尔、通辽、兴安盟、锡林郭勒盟以及蒙西的乌兰察布,同期向下转移的 10 余个县域则全部分布在蒙西的鄂尔多斯。2001~2014 年,向上转移的县域不仅在数量上明显减少,而且在空间分布上也进一步紧缩,逐渐聚拢到蒙东的呼伦贝尔、兴安盟和蒙西的乌兰察布;而同期向下转移的区域数量明显增多,主要分布在蒙西大部地区和蒙东通辽、赤峰、锡林郭勒。向下转移的县域数量继续增多和向上转移的区域进一步收缩态势进一步说明,1987~2014 年农业比重低水平区域不断增多且区域趋同趋势逐渐增强,高水平区域不断减少且区域趋同趋势有所减弱。

3 结论与讨论

该研究根据 1987~2014 年内蒙古自治区统计数据,运用空间自相关、空间马尔科夫链方法对县域农业比重的时空格局及其演变进行研究,得出以下结论。

(1)从空间自相关看,1987~2014 年内蒙古自治区农业比重存在着较强的空间自相关,但 1987~2001 年相关性在减弱,2001~2014 年相关性在增强;业比重空间聚集现象明显,存在高高聚集、低低聚集现象。

(2)从空间水平变化看,区域趋同趋势在时间和空间上不稳定。1987~2014 年内蒙古农业比重低水平县域不断增多且区域趋同趋势逐渐增强,高水平县域不断减少且区域趋同趋势有所减弱;区域趋同趋势在时间和空间上不独立,县域农业比重水平转移显著受到时间和区域背景的制约。内蒙古的区域趋同趋势,实质上是蒙东地区和蒙西地区在空间上的趋同,在不同的区域发展策略下,内蒙古农业比重水平的空间分异格局将进一步加剧。

农业专家系统在促进农业生产发展中发挥着重大作用,加快农业专家系统的研究开发势在必行。可以预料,一个以农业专家系统为重要手段的智能化农业信息技术将在我国迅速发展,并将成为我国 21 世纪农业现代化的重要内容。

参考文献

- [1] 赵文忠,张长利,肖淑兰,等. 农业信息化的智力核心:农业专家在线[J]. 农业网络信息,2015(4):31-33.
- [2] 罗治情,陈娉婷,官波,等. 基于 HTML5 + WebRTC 的农业专家在线教学系统的设计与实现[J]. 农业网络信息,2016(3):91-94.
- [3] 邹庆鹏,杨学德,任银玲,等. 河南省农业专家在线视频诊断系统建设[J]. 河南农业科学,2011,40(12):1-3.
- [4] 赵文忠.“农业专家在线”个性化的信息咨询服务[J]. 边疆经济与文化,2011(1):116-117.
- [5] 杨柳,毛志怀,蒋志杰,等. 基于无线传输的粮仓温湿度远程监测系统[J]. 农业工程学报,2012,28(4):155-159.
- [6] 王宗宝. 安徽省农业科技信息服务平台构建研究[D]. 蚌埠:安徽财经大学,2013:51-53.

伴随城市化、工业化进程不断加快,农业经济发展结构不断演化。这个过程中,区位要素对农业经济的促进与抑制、优势资源与特色经济文化在农业经济转型中扮演的重要角色,均使得区域农业经济朝着对不断变迁的经济社会环境的强适应性与自适应性方向发展^[14]。从地理学角度可以精确地解释农业比重空间分布以及探究时间、区位、优势资源、特色经济文化对农业比重在各县域分布差异与演变差异,但是农业比重属于复杂的经济问题,深受资源、生态、经济、文化、政策等多因素影响^[15],这使得农业比重演化的原因研究也更为复杂。因此,有必要更进一步对农业比重演变机制进行研究,从而为区域农业经济相关政策制定提供更加精准的参考意见。

参考文献

- [1] 马强,王道龙. 内蒙古农业份额下降与国民经济结构演进分析[J]. 安徽农业科学,2011,39(13):7601-7604.
- [2] 内蒙古自治区统计局. 内蒙古统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,1987-2014.
- [3] 马莉,郭俊理. 关于县域大农业与国民经济发展的动态研究:以黄陵县为例[J]. 江西农业学报,2008,20(10):127-129.
- [4] 马强,王道龙. 内蒙古现代农业发展水平分析[J]. 中国农业资源与区划,2012(2):68-72.
- [5] 张慧. 内蒙古经济发展中的地区差异变化研究:1978-2011[D]. 呼和浩特:内蒙古大学,2013.
- [6] 汪海玲. 内蒙古农区农业结构调整研究[D]. 呼和浩特:内蒙古师范大学,2005.
- [7] 刘铮,李先. 农业比重下降对国民经济可持续发展的影响[J]. 辽宁师范大学学报(社会科学版),2008,31(4):30-33.
- [9] 贾晓栋. 农业比重下降与农民收入增长关系研究:基于 1990-2010 年中国经验数据分析[D]. 西安:陕西师范大学,2012.
- [10] 陈彦光. 基于 Moran 统计量的空间自相关理论发展和方法改进[J]. 地理研究,2009,28(6):1449-1463.
- [11] 张松林,张昆. 空间自相关局部指标 Moran 指数和 G 系数研究[J]. 大地测量与地球动力学,2007,27(3):31-34.
- [12] 胡腾波,叶建桢. 马尔科夫链模型在 GIS 数据预测中的应用[J]. 计算机系统应用,2008,17(8):90-93.
- [13] 蒲英霞,马荣华,葛莹,等. 基于空间马尔可夫链的江苏区域趋同时空演变[J]. 地理学报,2005,60(5):817-826.
- [14] 赵亮. 城市化进程中农业生产结构调整及发展方向[J]. 中国农业资源与区划,2016(1):151-154.
- [15] 侯智慧,梅连杰,侯安宏,等. 内蒙古农业资源利用区域差异分析[J]. 中国农业资源与区划,2016(1):160-166.