

北京农村居民点的空间分形特征及复杂性

宋志军¹, 关小克², 朱战强³

(1. 首都经济贸易大学密云分校, 北京 101500; 2. 郑州轻工业学院政法学院, 河南 郑州 450001;
3. 中山大学地理科学与规划学院综合地理信息研究中心, 广东 广州 510275)

摘要:在多种发展功能相融合的背景下,以形状属性的空间演变为基础分析了北京城郊区域总体、平原区、近郊平原区农村居民点的空间特征。波谱分析显示,在近中郊、远郊、山区3个基本圈层的基础上,以前门为中心3种区域农村居民点斑块的空间周期交错分布。分形和Hurst指数的分析进一步显示,虽然城郊区域总体农村居民点斑块受多种因素影响,其空间结构复杂但却不具有分形特征;而地形单一、主要从事农业生产的平原区(7~76 km)、乃至深受城镇化、产业化、农区非农化影响的近郊平原区(7~49 km)的农村居民点斑块的空间结构虽然简单但却具备分形特征。后2种农村居民点斑块的空间演变与其所在区域的农业发展进程存在着差异。总体上,北京农村居民点处于承接大都市空间扩展与农业、农村、农民协同发展的关键环节,对不同区域农村居民点空间规划的策略也应不同。

关键词:农村居民点斑块;空间序列分析;区域特征;北京市

中图分类号:F301.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-0690(2013)01-0052-09

村、集镇是北京农村人口的聚居地,统称为农村居民点,是北京城郊农业区发展的基础和农村人口向非农产业转化的重要集聚区。1978年改革开放以后,北京城郊农村居民点更是上承快速发展的城镇体系的辐射及区域多种发展功能的耦合,下接处于劣势地位的农业、农村、农民(“三农”)的发展^[1,2]。这一时期北京城郊农业区的演变虽较为复杂,但关于其复杂性的研究却较少。已有关于北京城郊生态环境、农业(区)多功能化的研究,多基于区域生态功能(如环境评价、生态建设)、生产功能(如农业、非农产业)、生活功能(如社会服务、景观营造)进行了分析^[3-8]。这些研究多属某一专业领域的分析,对北京城郊农业区多种功能的融合及其复杂性反映不足^[9-12]。而目前基于区域发展、产业结构演变、城乡一体化的研究对北京城郊农业区演变的多层次性、多系统协同的分析又相对不足^[13-15]。

本研究的目的是要明确北京农村居民点的复杂性、演变特征及其空间结构,以深化对北京农

村发展演变、城乡一体化机制的研究。

1 研究范围与数据来源

北京农村居民点呈现由中心向外围扩散式的分布(图1)。延庆县的农村居民点分布于盆地且相对孤立,从而极有可能产生不同于其他区县的空间特征,本研究予以剔除。本研究所指的北京农村居民点,是指除延庆外,由中心城区向外围相关属性呈连续分布的北京广大农村居民点。

本研究原始数据源于2006年北京市土地利用1:1万DEM图,并以之后多年的更新数据作为修正。背景数据包括《北京六十年1949~2009》数据库、历年北京统计年鉴、第二次全国农业普查等^[16-18]。在ArcGIS、MapGIS支持下,建立了农村居民点斑块的空间属性数据库。在提取数据时,本文参考陈彦光、姜世国的研究^[19,20],以前门作为区域中心确定了半径分维的中心(19 km圈层内属于城市区域),以1 km为半径步长、对北京做了129个圈层的划分(农村居民点斑块出现在4~129 km共126

收稿日期:2012-05-11;修订日期:2012-10-10

基金项目:广东省自然科学基金(S2012010009543)、中山大学青年教师起步计划基金(37000-3281401)资助。

作者简介:宋志军(1970-),男,河南安阳人,副教授,博士,主要从事经济地理和土地资源管理的教学与研究。E-mail:songzjj@163.com

通讯作者:朱战强,讲师,博士。E-mail:zhuzhanq@mail.sysu.edu.cn

个圈层内)(图1)。在保证地形影响的最小化后, 本文将以基于半径分维的分形特点、圈层形态属性的宏观变化、多系统的融合与演变来反映北京三种区域农村居民点的变化, 进而从北京 11 万多个农村居民点斑块中发现其空间规律。

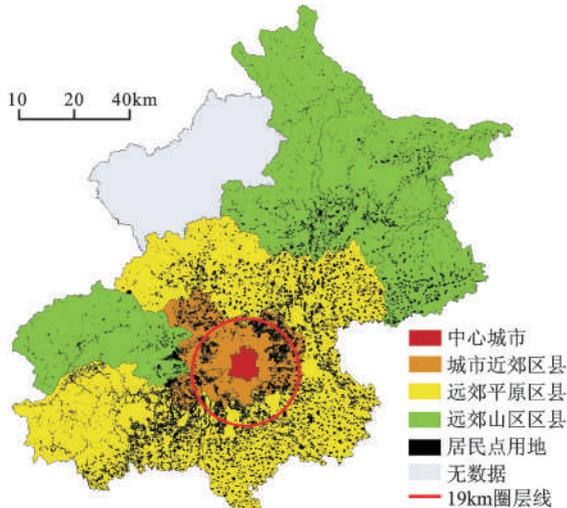


图1 2006年北京农村居民点空间分布

Fig.1 The distribution of rural residential settlement in Beijing in 2006

2 分析方法与基础分析

2.1 分析方法

在景观生态学、土地资源管理等学科中, 普遍使用相关软件(如Fragstats、ArcGIS)对不同尺度的斑块进行空间复杂性分析, 其中不乏分形分析或基于分形模块的分析功能。作为这类研究的重要对象, 农村居民点的空间复杂性也势必可通过分形进行研究^[21]。而在居民点的复杂性分析方面, Chen等认为城镇居民点空间分布的复杂性可通过对其形状的定量分析进行描述, 并阐述了相关指标的意义及其关系^[22]。在这些指标中, 紧凑率(CoR)与圆形率(CiR)是两个重要的指标, 其数学表达式分别为:

$$CoR = 2\sqrt{\pi A}/P \quad (1)$$

$$CiR = 4A/P^2 \quad (2)$$

式中, A 为居民点面积, P 为居民点周长。综合以上两点, 本文认为, 农村居民点斑块的形态、规模在满足幂指数分布的前提下, 也可通过波谱与分形的技术手段进行北京农村居民点形态演变的定量分析, 并解释城郊城乡一体化进程的。

正是基于上述方法, 本研究提取了全部农村居民点的面积、周长等数据, 进而利用紧凑率和圆形率进行了多区域、多地形条件下的非线性拟合及检验, 发现利用紧凑率可更好地揭示北京农村居民点的空间规律。据此首先提取了城郊区域总体(7~122 km 圈层, 其它圈层数据较少, 予以剔除)的数据。因近期北京郊区城镇发展迅速, 区域的生态、生产、生活等功能呈多层次递减^[1, 2, 23], 其拟合优度(R^2)并不理想(0.796)。为进一步反映城镇化、产业化、农区多领域非农化对北京这一大都市城郊农村居民点演变的影响, 本文剔除远郊山区农村, 从而选择了第二个农村居民点分布区——平原区(7~76 km 圈层)。而在平原区发展过程中, 城区“摊大饼”式的蔓延、农用地保护、多功能化的层次性发展共同作用于近郊区, 所以本文进一步选择了第三个研究区域——近郊平原区(7~49 km 圈层, 由于地形影响及数据提取的原因, 本文用其主体——大兴、通州、顺义、朝阳、丰台5区代替)农村居民点分布区。据此, 本文以农村居民点斑块紧凑率为主的指标为分析对象, 对不同区域进行了空间自相关、波谱和分形的分析, 借以明确北京农村居民点的空间特征和规律。

2.2 基础分析

本文首先对某一圈层农村居民点斑块的圈层值—斑块紧凑率的平均值进行了双对数坐标图检验(表1), 从中可看出城郊区域总体、平原区、近郊平原区的双对数曲线都未呈现直线, 但后两者近似直线。加上城郊区域总体非线性拟合的拟合优度只有0.796, 据此认为城郊区域总体具有分形特征的置信度不高, 分形特征不明显。平原区、近郊平原区的双对数拟合曲线的拟合优度分别为0.873、0.879。考虑到多种原因(①北京这个大都市近30 a来的超常规发展, 使其农村居民点的演变受社会经济的快速变化、各类规划、城镇体系的蔓延等因素的干扰较多、影响较大; ②因为中心城市的分形特征比较明显, 作为承接城市和乡村的中转站, 北京农村居民点必然要承接部分空间特征; ③现有国内外对农村居民点分形的研究还比较少, 可供参考的资料不多), 作为理论探讨, 本研究认为可接纳这种快速变化区域的、拟合优度接近0.9的分形检验。这一检验结果也明确了北京郊区发展受多因素影响、其空间结构相对复杂的基本前提。

表1 三种区域农村居民点斑块的圈层-紧凑率的双对数检验

Table 1 Bi-logarithm inspection of circle-CoR in three rural residential patches

区域	圈层范围(km)	拟合优度 R^2	初步结论及可能存在的原因
城郊区域总体	7~122	不满足幂律分布	没有分形特征;地形、规划、社会快速变化等综合影响所致
平原区	7~76	0.873	有分形特征;但受多种规划、区域快速而相对无序的发展等干扰大
近郊平原区	7~49	0.879	有分形特征;但受多种规划、社会经济基础的快速变化等干扰大

3 空间序列分析

本研究依据经典数学分析方法及步骤^[2,24]对北京农村居民点的斑块进行了分析,不同区域的空间自相关柱状图、波谱分析示意图如图2所示。

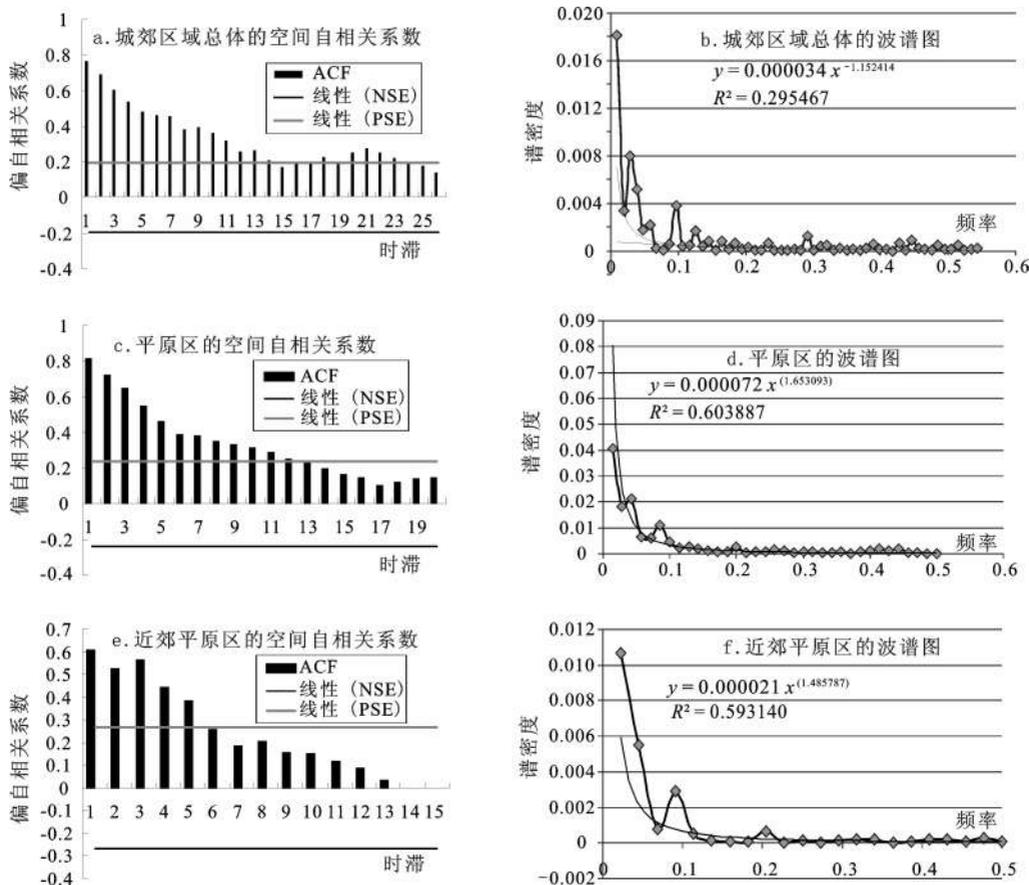
3.1 城郊区域总体的农村居民点

北京城郊距前门7~122 km圈层的农村居民点斑块数量有11万多个。如前所述,它总体并不具有分形特征(一种空间自组织形式),但这并不排除它具有波谱特征(一种有规律的空间分布形式),所以在具体分析过程中,考虑到20 km以内的圈层不属于典型的城郊区域。本文只选取了20~

122 km圈层的农村居民点斑块(8万多个,占北京农村居民点斑块总数的72.28%)进行了分析。这样选择,是要明确按《北京市“十一五”时期功能区发展规划》(2011~2015年)、《北京农业产业布局指导意见》(2007年~)^[25,26]划分的北京城郊农业区内的农村居民点可否作为一个整体进行分析,其空间分布是否存在某些特征。

3.1.1 空间自相关与波谱分析

空间自相关、波谱分析显示(图2a、2b),20~122 km圈层的农村居民点斑块具有34.33 km、10.30 km两个周期,且都通过了空间自相关、波谱检验。



ACF为自相关系数,线性(PSE)与线性(NSE)分别为正、负二倍标准差的线性趋势线

图2 三种区域农村居民点的空间自相关分析与波谱分析

Fig.2 The spatial autocorrelation analysis and spectrum analysis of three rural residential zones

根据 34.33 km 的周期,北京城郊区域总体的农村居民点分别形成了约 20~54、54~89、89~122 km(四舍五入,下同)3 个基本圈层。据实际情况看,应对应于近-中郊平原农业区农村居民点、远郊平原-低山丘陵区农村居民点、山区农村居民点 3 个宏观圈层。而与基于农业生产功能划分的近郊(24~45 km 圈层)、中郊(45~67 km 圈层)和远郊(67~122 km 圈层)相比^[2],这种宏观圈层的近郊、中郊外缘分别向外延伸了约 9 km、22 km。这说明:① 农村居民点与其附近农业区所承担的多种发展功能在空间上并不完全吻合。结合实际看,农村居民点承载的社会经济功能主导着农业区的发展,但政府主导的农业生产功能、生态建设功能却约束着其发展;两者功能结构的不同导致了其在空间布局上的差异;② 在北京城郊地带,同一圈层农村居民点的社会经济发展水平要高于农业生产水平,其发展进程也快于农业生产;两者发展水平的空间差异总体上由内向外逐渐增大,在山前区域达到约 22 km。

根据 10.3 km 的周期,第 20~122 km 的农村居民点斑块分别形成了 20~30、30~41、41~51、51~61、61~72、72~82、82~122 km 等 7 个圈层带。对照北京城郊 1988 年至今的城镇化、产业化、农区非农化进程,上述圈层应分别对应于快速城镇化地区(20~30 km)、中度城镇化地区(30~41 km)、北京产业外迁地区及中远郊二级城镇辐射地区(41~51 km)、二级城镇周边发展较快地区(51~61 km)、二级城镇周边中度发展地区(61~72 km)、远郊劳动力外流地区(72~82 km)的农村居民点;而 82~122 km 圈层基本属于生态涵养山区,就目前来看,主要是农村社会经济活动处于整合、劳动力外流较严重的传统农村居民点分布区。这种农村居民点的七圈层结构应是在城镇化、产业化、非农化等进程共同影响下的复合空间结构。

总结以上分析,可把据 34.33 km 周期划分的 3 个宏观圈层(近中郊平原、远郊平原、山区)看作是北京城郊区域总体的农村居民点空间分布的基本圈层;而据 10.3 km 周期所划分的 7 个圈层,则主要反映了城乡一体化进程中多维的复合空间结构。虽然这是宏观空间所表现出来的特征,但却为另两种区域的研究提供了参考;同时,由于另两种区域具有分形特征,所以仍需根据其具体的空间自

组织情况进行具体的空间结构的分析。

3.1.2 分形及 Hurst 指数的分析

基于公式(1)的分形实际是自仿射分形。据此本研究对图 2a、图 2b 中的频率、波谱数据进行了幂函数拟合,并进行了空间维数和 Hurst 指数的计算,其计算公式^①如下:

$$\beta = 5 - 2D \quad (3)$$

$$D = 2 - H \quad (4)$$

式中 β 、 D 、 H 分别表示波谱指数、自仿射记录维数以及 Hurst 指数。从图 2b 可看到,城郊区域总体农村居民点幂函数的拟合优度(R^2)较低,对其进行分形和 Hurst 指数分析意义不大,这和前面的结论是一致的。实际上,北京城郊区域总体农村居民点的形状受地形、各种规划、多种社会经济活动等因素的影响较大,其没有分形特征这一解释是合理的。

空间自相关分析还显示,北京城郊区域总体的农村居民点斑块具有一个 9 km 的时滞。即在多因素的综合影响下,第 i km 圈层农村居民点斑块因社会经济等因素影响而产生的形状属性可延续到第 $i+9$ km 圈层。对比另 2 个区域的时滞(分别为平原区的 5 km 和近郊平原区的 4 km),这表明北京城郊 20~122 km 圈层农村居民点的演变过程较另 2 个区域要缓慢一些。

3.2 平原区的农村居民点

分布于距前门 7~76 km 圈层的平原区(坡度 < 2°的区域)农村居民点斑块数量将近 7 万,占北京农村居民点斑块总数的 59.05%。目前,该区域在 20 km 圈层以内仍有部分农村居民点(“城中村”)存在。考虑平原区农村居民点受地形的干扰小,在非线性函数拟合优度较满意的情况下,本文选择了 7~76 km 圈层的平原区作为研究区域,以明确二级城镇周边、中度发展地区以内,有可能受城镇化、产业化及农区非农化影响的农村居民点的演变情况。

3.2.1 空间自相关与波谱分析

波谱分析显示(图 2c、2d),平原区农村居民点斑块形成了 23.33、11.67 km 两个周期,且都通过了空间自相关、波谱检验。根据第一个周期,平原区的农村居民点斑块分别形成了 3 个圈层(7~30、30~54、54~76 km)。各圈层圆形率、紧凑率的变化情况显示,由内及外平原区农村居民点斑块的形状越来越不规则。这应是内缘的农村居民点的发展

① 陈彦光.地理数学方法及其应用(2008).北京大学内部讲义,第 487 页.

空间受各种规划限制呈较为规则的形态、而外缘则相反的原因所致。据此,本研究认为:① 7~30 km 圈层是已城镇化或半城镇化地区,其发展较快,但该区域农村居民点的发展基础还处于相对无序的状态;② 30~54 km 圈层的农村居民点位于北京主体农业区,其发展基础相对清晰、明显区别于前者;③ 54~76 km 圈层的农村居民点主要分布于山前平原区,是受中心城区和二级城镇的共同影响。上述原因,直接造成了三个圈层的空间差异。

30~54、54~76 km 圈层基本分布于3.1.1中所分析的基本圈层中的近-中郊平原(20~54 km)、远郊平原-低山丘陵区(54~89 km)之内,而且分界线(54 km)完全一致。这进一步明确了北京郊区农村居民点的总体空间结构。即,上文分析所得三个基本圈层较为宏观,本处分析所得三个圈层在平原区农村居民点的空间上则更为具体。

根据11.67 km的周期,北京城郊平原区的农村居民点斑块分别形成了7~19、19~30、30~42、42~54、54~65、65~76 km 6个圈层带。这应是23.33 km周期在城镇化、产业化和非农化作用下的细化。重要的是19、30 km 2个分界线的出现,对城镇化、半城镇化界线的预示意义比较强。而更大范围的19、30、42、54、65 km 界线的划分,也应是城镇化、产业化和非农化综合效应在农业区的空间表现,其具体蕴含的信息尚待分析。

3.2.2 分形及Hurst指数的分析

通过公式(3)、(4),得到平原区农村居民点斑块的波谱指数、自仿射记录维数以及Hurst指数分别为1.653、1.673、0.327;作为人类活动影响较大的系统和理论探讨,图2d中幂函数的拟合优度可以接受。对比近郊平原区农村居民点,北京平原区的自仿射分形维数(1.673)较低,显示该区域农村居民点斑块的空间复杂性比前者弱,这主要应是政府主导的土地利用规划等(尤其是基本农田保护)的影响致其形状较为规则所致。

Hurst指数表明平原区的农村居民点斑块整体上具有一定的长程负相关,即该区域农村居民点及其承载的社会经济活动在圈层上具有一定的集聚性。空间自相关分析还显示该农村居民点斑块具有一个5 km的时滞,即第*i* km圈层居民点的形状属性可影响到第*i*+5 km圈层。

3.3 近郊平原区的农村居民点

通过分析可认为,北京城郊区域总体的农村

居民点的发展水平处于城镇与农业区的发展水平之间,其在城乡一体化进程形成了多维的复合空间结构。而基于前面分析可知,由于城乡一体化进程在空间上的差异、“城中村”的存在,北京平原区农村居民点斑块的形状由内缘向外缘越来越不规则,并具有了分形特点。于是本文进一步缩小范围,以受城镇化、产业化、农区非农化影响最大、最直接的北京平原区东部的顺义、朝阳、通州、南部的大兴和西部丰台的农村居民点斑块作为研究对象进行了分析。本区域约有4.8万个农村居民点斑块,占北京农村居民点斑块总数的41.18%。

3.3.1 空间自相关与波谱分析

波谱分析显示(图2e、2f),近郊平原区的农村居民点斑块具有11、4.89 km两个周期。4.89 km的周期较微观,说明该区域农村居民点斑块的形状属性基本以5 km为周期发生着变化,也验证了3.2.2的疑问。根据11 km的周期,近郊平原区的农村居民点形成了7~18、18~29、29~40、40~51 km 4个圈层带,它们基本是和3.1.1中7个圈层、3.2.1中6个圈层的相应位置是吻合的。这说明近郊平原区农村居民点总体是承载着北京城郊区域总体、平原区农村居民点的空间结构特征的,三者有差异但差异不大。同时,近郊平原区农村居民点的圈层界线不同程度地向中心城区的偏移,说明它较另两个区域的发展水平要高,这与实际相符。

3.3.2 分形及Hurst指数的分析

在三种区域自仿射分形维数中,近郊平原区农村居民点斑块的维数(1.757)居中,说明其空间复杂性低于城郊区域总体的复杂性、但高于平原区的复杂性。Hurst指数(0.243)表明近郊平原区农村居民点的斑块具有一定的长程负相关;空间自相关分析还显示,这些斑块具有一个4 km的时滞,较平原区缩小了1 km。由于本文较少涉及机制分析,这或许说明近郊平原区农村居民点因城镇化、产业化及农区非农化而产生的空间分布更为密集。

3.4 农村居民点空间分布的基本圈层结构

把分析所得到的圈层划分、各区县农村居民点的几何中心都标注在如图3所示的图上。由图可知,近中郊、远郊、山区农村居民点的圈层划分与3种基本圈层的划分存在交错现象。该图是一个基于经典数理方法所得到的简单空间结构示意图,不仅反映了北京农村居民点斑块的形状差异,

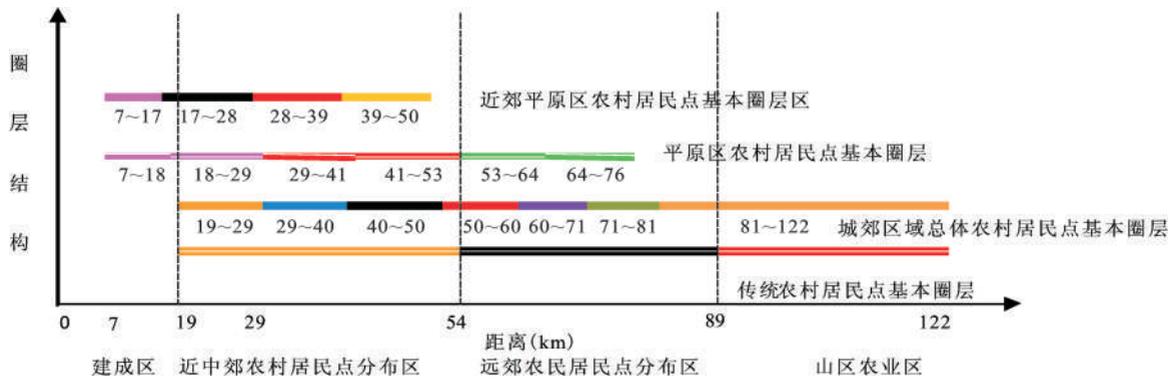


图3 北京三种区域农村居民点的圈层分布

Fig.3 The circles' distribution sketch map of three zones' rural residential areas in Beijing

也间接反映了北京郊区总体的社会经济差异。

4 社会经济基础的检验

4.1 区域发展、城镇体系的影响及检验

北京农村居民点斑块形状的空间演变,实际是由区域发展/城镇体系演变等宏观背景、农业/农村/农民(“三农”)的中-微观发展基础共同作用产生的^[27-30]。为分析北京郊区各城镇(二级城镇)的等级,本文利用传统引力模型,并参照市场区等级判别标准^[23],对北京二级城镇进行了分析。分析采用2010年各城镇的引力值并得到了近期北京郊区各城镇基于市场(K=3)、交通(K=4)和行政(K=7)管理原则下的城镇等级(表2)^[31]。

分析结果显示,由中心城区向远郊区,各区县的城镇化、产业化和农区非农化进程逐渐减弱,聚落(包括城镇、农村居民点)的复杂性降低。这意味着由内向外北京农村居民点形状的不规则性增强,即近郊因多种规划的约束、多种功能的竞争,农村居民点的形状趋于规则;而远郊则相反,农村居民点空间发展的随意性增强。表2也显示,由近及远各区县农村居民点发展的等级、复杂性越来越低,区域发展的分岔和居民点形状的随意性增强。由此,本研究得到北京农村居民点演变的区县级宏观背景,而北京这种区县微一中一宏观的

多层次差异基本和北京农村居民点的发展背景相吻合。

4.2 北京郊区发展模式与农村居民点分布的关系及验证

中心城市、二级城镇的综合影响除对农村居民点演变背景和等级有影响外,还表现在对区域多种发展功能的空间布局的影响上,而产业化、非农化等进程的演化也往往需要多种城乡功能的空间布局和演变来实现。根据北京城郊在“十二五”(2011~2015年)期间将加强生态环境建设、增强社会服务功能的多层次发展和非农产业非辐射式发展的战略,笔者对北京目前多种城乡功能的实现程度进行了评价(表3),并以此作为北京城郊农业区进一步发展的空间主导模式。而该模式就是北京农村居民点布局及变化的空间基础。

表3所示的空间结构和本文分析得到的农村居民点空间圈层基本吻合这一事实,很大程度验证了北京城郊区域总体、平原区、近郊平原区农村居民点形状演变的微一中观发展基础。

4.3 北京农村居民点的复杂性分析及验证

前面所述的发展模式在现实中并不稳定,北京农村居民点演变过程中的复杂性值得关注。就目前北京郊区系统及其演化而言,其自组织是从微观到宏观的。基于此,本文认为北京农村居民

表2 2010年北京郊区农业区各城镇引力值的等级分析

Table 2 The gravity level of towns in Beijing suburbs in 2010

	中心城区	门头沟	房山	顺义	通州	昌平	大兴	怀柔	密云	平谷
K=3*	1	2~2.5	3	3~3.5	3.5	3.5	3.5~4	5	5~5.5	5.5
K=4	1	2	2.5~3	2.5~3	3	3	3~3.5	4	4~4.5	4.5
K=7	1	1.5~2	2~2.5	2~2.5	2~2.5	2.5	2.5~3	3	3~3.5	3.5

注: *K=3、4、7分别表示聚落系统划分的市场原则、交通原则和行政原则。

表3 基于多功能化的北京城郊农业区发展模式的空间分布

Table 3 The layout of multi-functional development mode in Beijing suburb

主导模式	主要分布的农业区	主要城镇
社会-经济主导型	朝阳, 海淀及丰台大部, 大兴内缘	朝阳、海淀、丰台
综合性1主导型	通州、顺义、昌平、房山内缘, 大兴中部, 海淀外缘	通州、大兴
综合性2主导型	通州、顺义、昌平的大部, 门头沟和房山部分, 大兴外缘	顺义、昌平、门头沟、房山
非农-农业主导型	通州、顺义、昌平的外缘, 门头沟、房山、大兴部分地区	怀柔
生态-农业主导型	平谷、密云、怀柔内缘, 门头沟、房山部分地区	平谷、密云
生态主导型	平谷、密云、怀柔大部, 门头沟、房山外缘	远郊区县的山区

注: 综合性1模式中景观功能略强, 综合性2模式中生态服务功能略强。

点形状的变化与城镇化、产业化以及农区非农化(“三化”)进程存在着正相关。

北京耕地、农村居民点斑块是“三化”演变的物质载体。本文进一步对比两者的分形特点, 认为: ① 侧重粮、菜、畜牧等生产的耕地的变化较为复杂和迅速, 其自仿射记录维数为1.809; 与此农业区域相对应, 近郊平原区农村居民点斑块的自仿射记录维数为1.757, 趋于与耕地经济属性变化相一致。② 从事生态廊道、观光/设施农业、林果生产的耕地的自仿射记录维数为1.601, 经济属性变化不大; 与其相对应, 平原区(含近郊平原区)农村居民点形状的自仿射记录维数为1.673, 其变化、复杂性是大于农业生产的。③ 北京郊区的耕地整体处于一种具有共度性、没有公度性的多种类型融合状态, 这和本文2.2得出的城郊区域总体农村居民点斑块没有分形特征或分形特征不明显的结论是相吻合的。以上验证了北京城郊区域总体的农村居民点受多因素影响较为复杂但并没有分形结构、平原区农村居民点复杂程度较低、近郊平原区农村居民点的复杂性高于平原区整体而低于城郊区域总体的结论。

另外, 北京近、中、远郊耕地经济属性的空间演变可划分为6个圈层, 这与北京郊区农村居民点斑块10.3 km周期的圈层划分是基本吻合^[2], 这说明北京农村居民点的空间结构是和北京农业发展的空间布局存在着某种一致性。

5 结论和讨论

5.1 农村居民点空间分布的基本圈层结构

通过空间序列分析, 本文认为北京农村居民点的空间分布特征主要表现在以下几点: ① 北京城郊(除延庆外、中心城区内7~19圈层)20~122 km圈层所有的农村居民点宏观上大致可分为近一中

郊平原分布区(20~54 km)、远郊平原—低山分布区(54~89 km)、山区分布区(89~122 km)三个圈层。这种空间特征基本与地形、区域社会发展状态相吻合, 显示了北京农村居民点空间演变的基本圈层特点; ② 近郊平原区的第一圈层(7~17 km)、第二圈层(17~28 km)分布着一些“城中村”, 这种城村交融区域在空间上要比平原区更靠近中心城区约1 km, 而平原区圈层位置基本都与近郊平原区的位置相对应, 所不同的是其位置更靠外一些。总体上, 两者在近郊都较城郊区域总体内移了一定距离, 而在中郊则外移了一定距离; ③ 三种区域不同圈层的农村居民点的形状属性存在一定差异, 其空间差异因城镇化、产业化和非农化进程而异。但总体上城郊区域总体的圈层结构更具宏观意义, 另两个区域因发展环境而产生了相应的变化; 且由中心城区向外围, 农村居民点的形状趋于不规则。

5.2 北京农村居民点的复杂性和空间相关性

从三个区域农村居民点斑块的自仿射记录维数以及Hurst指数可得到如下结论: ① 北京城郊区域总体明显受地形、经济、社会等因素的影响, 虽然农村居民点的空间分布较复杂, 但未产生自组织的分形结构。平原区是北京农业区的主体, 其农村居民点空间分布的复杂性相对较弱, 但却具有了分形结构。近郊平原区是平原区的主体, 同时受多种发展功能和农业区保护的影响, 其农村居民点形状的复杂性高于平原区但低于城郊区域总体, 而且从分形结果来看其分形维数更高。结合北京平原区、近郊平原区农村居民点斑块的形状-空间距离双对数曲线的拟合优度可知, 这两个区域农村居民点斑块虽然整体具有波谱和分形特征, 但还不呈现典型分形特征。这是与其社会经济属性以及城-乡职能中转站的性质是密

切相关的;②从Hurst指数看,北京城郊区域总体、平原区、近郊平原区的农村居民点的形状属性均具有空间相关性,乃至产生某些城乡功能的局部集聚。所以在农村居民点总体保持对中心城区的向心性的前提下,有可能在具体区域或圈层产生对二级城镇、某一地域的向心性或离心性,从而产生农村居民点空间发展的多向性,使之产生局部的生态功能、农业/非农生产功能、社会功能、景观功能的集聚带(区),进而使其形状更加复杂或不规则。正是由于多因素/多种功能的共同影响,使北京城郊存在着发展系统易发生分岔、农村居民点演变易发生“变异”的基本前提。也直接产生了在进行基础分析时北京平原区、近郊平原区的双对数拟合曲线的拟合优度(R^2)低于0.9这一客观结果。

5.3 北京农村居民点空间演变与城乡一体化进程

因以城镇化、产业化、非农化为代表的城乡一体化进程存在着空间差异,所以北京农村居民点出现了空间复杂性。而且随着北京快速的发展,总体看,近郊平原区农村居民点土地利用的规模、形状变化(维数1.757)是慢于其农业区的社会经济基础变化(维数1.809)的;平原区农村居民点斑块的形状变化(维数1.673)则快于其农业区社会经济基础的变化(维数1.601)。所以从国内外发展经验来看,北京应进一步控制好近郊的农村居民点规模,保护好中郊平原区的农业用地,积极规划、发展中远郊城镇、农村居民点,借以促进北京城乡一体化的层次性发展,以及多中心的区域发展规划的实施。

参考文献:

- [1] 宋志军,刘黎明.北京市城郊农业区多功能演变的空间特征[J].地理科学,2011,31(4):427-433.
- [2] 宋志军,刘黎明.基于波谱与分形特征的北京市耕地空间结构[J].地理研究,2012,31(8):1071-1079.
- [3] Huang D C, Su Z M, Zhang R Z. Degree of urbanization influences the persistence of *Dorytomus* weevils (Coleoptera: Curculionidae) in Beijing, China[J].Landscape and Urban Planning, 2010,96(3):163-171.
- [4] 齐永华,张凤荣,吕昌河.大城市郊区农户要素投入特征及差异分析[J].资源科学,2007,29(4):13-17.
- [5] 杨志新,郑大玮,文 化.北京郊区农田生态系统服务功能价值的评估研究[J].自然资源学报,2005,20(4): 564-571.
- [6] 关小克,张凤荣.北京市耕地多目标适宜性评价及空间布局研究[J].资源科学,2010,32(3):580-587.
- [7] Zhao P J, LÜ B, Woltjer Johan. Conflicts in urban fringe in the transformation era: An examination of performance of the metropolitan growth management in Beijing[J].Habitat International, 2009,33(4):347-356.
- [8] 邱化蛟.北京市都市农业的可持续性分析与评价[D].北京:中国农业大学,2005:43-127.
- [9] He C Y, Norio O, Zhang Q F. Modeling urban expansion scenarios by coupling cellular automata model and system dynamic model in Beijing, China[J].Applied Geography,2006, 26(3-4): 323-345.
- [10] Yuan X H, Ji X,Chen H.Urban dynamics and multiple-objective programming: a case study of Beijing[J].Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, 2008, 13(9):1998-2017.
- [11] Gu C L,Chan Roger C K, Liu J Y.Beijing's socio-spatial restructuring: immigration and social transformation in the epoch of national economic reformation[J].Progress in Planning,2006, 66(4):249-310.
- [12] Tian G J, Wu J G, Yang Z F. Spatial pattern of urban functions in the Beijing metropolitan region[J].Habitat International,2010, 34(2):249-255.
- [13] 陈红霞,李国平.北京市城乡居民收入差距变化及影响因素分析[J].地理科学,2009,29(6):794-801.
- [14] Tan M H, Robinson G, Li X B. Urban spatial development and land use in Beijing: Implications from London's experiences [J]. Journal of Geographical Sciences, 2011,21(1): 49-64.
- [15] Wu Q, Li H Q, Wang R S. Monitoring and predicting land use change in Beijing using remote sensing and GIS[J].Landscape and Urban Planning. 2006, 78(4): 322-333.
- [16] 北京市统计局.北京六十年(1949-2009)[DB].北京:中国统计出版社,2009.
- [17] 北京市统计局.北京统计年鉴(2000-2010)[DB].北京:中国统计出版社,2000-2010.
- [18] 北京市第二次全国农业普查领导小组办公室[DB/OL].http://www.bjstats.gov.cn/nypc
- [19] 陈彦光,刘继生,城市形态分维测算和分析的若干问题[J].人文地理,2007,22(3):98-103.
- [20] 姜世国,周一星.北京城市形态的分形集聚特征及其实践意义[J].地理研究,2006,25(2):204-213.
- [21] 何英彬,陈佑启,唐华俊.中国农村居民点研究进展[J].中国农学通报,2010,26(14):433-437.
- [22] Chen Y G.Exploring fractal parameters of urban growth and form with wave-spectrum analysis[J]. Discrete Dynamics in Nature and Society, 2010, doi:10.1155/2010/974917.
- [23] 冯 健,陈秀欣,兰宗敏.北京市居民购物行为空间结构演变[J].地理学报,2007,62(10): 1083-1096.
- [24] 陈彦光.基于Excel的地理数据分析[M].北京:科学出版社,2010.
- [25] 北京市发展和改革委员会.北京市“十一五”时期功能区发展规划[R/OL].http://www.bjpc.gov.cn/fzgh_1/guihua/11_5/11_5_zx/11_5_yb/200612/t146010_4.htm
- [26] 北京市农村工作委员会.关于北京市农业产业布局的指导意见 [R/OL]. http://govinfo.nlc.gov.cn/bjfx/xxgk/bjnsnw/201010/t20101009_427465.html?classid=383

- [27] 姜广辉,张凤荣. 北京山区农村居民点分布变化及其与环境的关系[J].农业工程学报, 2006,22(11):85~92.
- [28] Wilson G A. From 'weak' to 'strong' multifunctionality: Conceptualising farm-level multifunctional transitional pathways[J]. *Journal of Rural Studies*,2008, 24(3):367-383.
- [29] 谈明洪,朱会义,刘林山.北京周围建设用地区空间分布格局及解释[J].地理学报,2007,62(8):861~869.
- [30] 叶浩,张鹏,濮励杰. 中国建设用地区与区域社会发展关系的空间计量研究[J].地理科学,2012,32(2): 149~155.
- [31] 宋志军,刘黎明. 城乡一体化背景下的北京郊区城镇体系[J/OL].中国科技论文在线, <http://www.paper.edu.cn/index.php/>

The Spatial Fractal Characteristics and Complexity of Rural Residential Areas in Beijing

SONG Zhi-jun¹, GUAN Xiao-ke², ZHU Zhan-qiang³

(1. *Miyun Branch of Capital University of Economics and Business, Beijing 101500, China*; 2. *School of Political Science and Law, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou, Henan 450002, China*; 3. *School of Geography and Planning, Sun Yat-Sen University, Guangzhou, Guangdong 510275, China*)

Abstract: Under the background of multifunctional integration, this article analyzes the spatial characteristics of the residential areas in the overall suburb zone, plain zone, the outskirts plain zone of Beijing based on the spatial evolution of residential shape properties. The spectrum analysis shows that, the rural residential areas of the three zones are in crisscross distribution with Qianmen as the center, on the basis of three basic circles of mid-outskirts, outer suburbs, mountainous zone in Beijing. Based on this analysis, the article calculates the spatial dimension and Hurst index of three zones' rural residential patches, and argues that the spatial structure of rural residential patches in overall suburb zone (20-122 km) is complex but not have fractal characteristics; but those in the plain zone (7-76 km) and the outskirt plain zone (7-49 km) are relatively simple but have fractal characteristics. The spatial evolutions of the latter two zones' rural residential patches are different from their agricultural development processes. On the whole, the spatial evolution of the three zones' rural residential areas is driven by urbanization, industrialization and non-agriculturalization of rural areas, and it is current at a critical stage of spatial expansion of the metropolis and coordinated development of agriculture, rural areas and farmers.

Key words: rural residential patch; spatial sequence analysis; zoning characteristics; Beijing