

聚落景观粒度空间转换响应及机理分析

马丽梅¹, 王观湧², 杨伟¹, 于泳¹, 张乐²

(1. 湖北省水利水电科学研究院, 武汉 430000; 2. 河北农业大学, 河北 保定 071000)

摘要: 聚落景观作为人类生产生活的聚集场所, 体现人类空间活动强度, 揭示人类活动与景观形成与演化的机制。借助 ArcGIS 平台和 Fragstats 软件, 设定空间粒度 30, 100, 250, 500, 1 000 m, 以 RMA(面积最大值法)和 RCC(中心属性值法)为原则进行转换, 研究聚落景观分布格局空间粒度转换以及机理。结果显示: (1) RMA 法生成数据各景观类型的面积相对误差较大, 特别是当粒度为 1 000 m 时交通用地消失, RCC 法在空间粒度转换中的面积相对误差较小, 并且是随机的。 (2) 斑块面积结构和空间邻接的景观类型决定空间粒度转换中的聚落景观格局。 (3) 聚落景观方面, 斑块数量、斑块密度以及聚集度指数下降, 面积加权平均斑块分维数上升, 最大斑块指数先上升后下降, 表现出随着粒度增加, 小斑块逐渐被聚落景观较大斑块融入, 斑块破碎化降低、斑块面积扩大并趋于成片成团等特征, 使得聚落景观的斑块连片程度以及优势度提升。 (4) 聚落景观格局变化表明 RMA 法突出整体分布规律, RCC 法突出聚落景观的空间分布特性。

关键词: 曹妃甸新区; 聚落景观; 空间粒度转换; 景观格局

中图分类号: F301.2

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2015)04-0276-06

Analysis on the Mechanism of the Settlement Landscape Granularity Conversion Response in Caofeidian New District

MA Limei¹, WANG Guanyong², YANG Wei¹, YU Yong¹, ZHANG Le²

(1. Hubei Water Resources Research Institute, Wuhan 430000, China;

2. Institute of Land Resources, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000, China)

Abstract: As a gathering place of human production and life, Settlement landscape reflects the intensity of human space activities, reveals the mechanism of the formation and evolution of the human activity and formation of the landscape. In this paper, based on the ArcGIS and Fragstats software, setting granularity of 30, 100, 250, 500, 1 000 m, with RMA (the largest value method) and RCC (center property value method) for the principles, conducted space conversion to study the settlement landscape spatial distribution pattern of granularity conversion and mechanism. The results show that: (1) principle of RMA conversion to generate landscape area error is large, especially when the particle size is 1 000 m, traffic land disappeared, principle of RCC in space granularity transformation in the area of relative error is less and random; (2) the patch area of structure and spatial governs landscape type space granularity transformation of settlement landscape pattern; (3) patch number, patch density and aggregation index decreased, area weighted average patch fractal dimension increased, the largest plaque index rose after the fall with the increase of particle size, small patches by settlement landscape gradually into larger plaques, plaque forming degree and superiority degree increase; (4) the principle of the RMA settlement landscape transformation response was associated with spatial adjacency degree and area structure highlighting the overall distribution.

Keywords: Caofeidian new district; settlement landscape; spatial granularity transformation; landscape pattern

景观格局通常从景观的结构组成和空间配置两方面进行分析,且具有较强的尺度依赖性^[1-2]。尺度是指空间粒度的变化,且一般对应于图像的分辨率或选择像元大小^[3-4]。近年来随着景观格局研究的深入,通过选取不同的分析粒度对景观格局进行分析,且大部分研究主要集中于将研究区域作为整体,通过景观格局指数随粒度不同所产生的变化趋势,筛选出最适宜的空间粒度进行景观格局分析^[5-9]。然而不同的景观类型具有不同的景观特征,其对粒度变化的响应也不一样,较缺乏对特定景观类型空间粒度转换的响应以及响应机理的研究^[10-11]。同时,对于提供人们生产和生活聚居场所的聚落景观,其分布体现了人类活动空间强度^[12-14],反映了自然、社会经济以及发展历史。以聚落景观作为研究对象有助于揭示人类活动与景观形成、演化的机制^[15]。

因此,本文在参考前人研究的基础上,以曹妃甸新区为研究区,居民点及工矿用地作为聚落景观,借助 ArcGIS 平台和 Fragstats 软件,设定空间粒度 30,100,250,500,1 000 m,以 RMA(面积最大值法)和 RCC(中心属性值法)为原则进行转换,分析聚落景观与其他景观之间流转关系,并通过计算聚落景观格局指数,探讨聚落景观分布格局空间粒度转换以及机理分析,为开展聚落景观格局分析提供参考和借鉴。

1 研究区概况

曹妃甸新区位于河北省唐山市南部沿海,地理坐标北纬 38°54′—39°26′,东经 118°70′—118°54′,总面积为:1 943.72 km²。现管辖“两区一县一城”,即曹妃甸工业区、唐海县、南堡经济开发区和曹妃甸新城。截止到 2007 年,曹妃甸新区人口 22 万,主要集中在唐海、南堡开发区和曹妃甸工业区。研究区气候属东部季风区暖温带半湿润气候,四季分明,雨热同季,年平均气温 10.8℃,春夏两季气温比同纬度地区偏低。区域主要分布耕地、林地、盐田、居民点及工矿用地、交通用地、港口码头、沿海滩涂、淡水水域及湿地、未利用地等土地利用类型。新区具有丰富的水生动、植物资源,为以水禽为主的鸟类提供了丰富的食物来源和筑巢、隐藏等天然的活动场所和栖息环境。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

本文选取唐山市进行第二轮(2009—2020 年)土地利用总体规划修编所采用第二次全国土地调查成果图(比例尺精度 1:10 000)作为基础矢量数据,再通过曹妃甸新区行政区框架矢量文件,应用 GIS 软

件进行空间裁减后获得本研究的矢量数据源。

本文在参考国土资源部于 2007 年颁布的《第二次全国土地调查技术规程》以及结合曹妃甸新区二次调查成果的实际情况,借助 ArcGIS 软件,通过结构化语言查询,将曹妃甸新区土地利用类型分为 9 类:耕地、林地、盐田、交通用地、居民点及工矿用地、沿海滩涂、港口码头、淡水水域及湿地以及未利用地。本文将居民点及工矿用地(聚落景观)作为研究对象。

2.2 研究方法

基于 ArcGIS 软件平台的空间分析模块,将曹妃甸新区土地利用矢量现状数据(2009 年)进行栅格转换。栅格转换取值采用面积最大取值法 RMA(即景观输出值选取在现状条件下栅格空间中某一属性面积最大的景观类型)以及中心属性值法 RCC(即景观输出值选取栅格空间中心点的景观属性类型),根据 RMA 和 RCC 原则分别转换出粒度空间为 30 m×30 m,100 m×100 m,250 m×250 m,500 m×500 m 和 1 000 m×1 000 m 共 10 幅曹妃甸新区景观类型栅格图。通过设置环境变量再将 5 种空间粒度下的 10 幅景观栅格图转换为相对应的矢量图,与土地利用矢量现状图作叠置分析,获取基于 RMA 和 RCC 原则下,不同空间粒度的景观类型数据与现状数据之间的空间流转关系。

应用 Fragstats 软件计算上述 5 种空间粒度栅格数据的景观指数,但由于反映景观格局指数的数量较多,且部分景观指数相关性较强^[16-17],所以在选择景观格局指数时,以综合体现不同景观格局变化为原则,根据曹妃甸新区的具体情况,选择独立的或相关性相对较小的景观指数^[18-20]。

3 聚落景观粒度空间转换特征

3.1 聚落景观现状面积结构特征

聚落由各种建筑、绿地、水源以及道路等要素组成,成为人类生活和生存的重要空间^[14-15]。当人均城乡用地规模不变时,聚落景观面积能够反映出人口数量规模。按照河北省唐山市 115 m² 人均城乡建设用地面积折算,结合图 1 表明,在 1~10 hm² 范围内曹妃甸新区聚落的人口规模大约 90~900 人,这部分聚落景观组成主要以农村聚落为主;在 10~10 000 hm² 内聚落规模大型,占聚落总面积的 88.09%,主要为城市和乡镇。图 2 表明聚落景观斑块数量主要集中在 1~25 hm² 范围内,占总聚落斑块数目的 97.72%。

3.2 现状聚落景观空间邻接特征

空间邻接特征可以揭示一个地区景观类型的空间分布规律及维持机制,并且邻接紧密的景观类型在

结构和功能上密切相关^[21]。由表 1 可知,淡水水域及湿地、耕地与聚落景观的空间邻接长度和数目之和占总数的 87.44%和 88.75%,表明淡水水域及湿地、耕地影响聚落景观的分布,与其结构和功能密切相关。林地和交通用地空间邻接数目和长度分别占 6.64%,2.66%,3.97%,5.96%,显示出研究区内交通网络发达,林地镶嵌于聚落景观中维持其生态环境。由于盐田、沿海滩涂、港口码头以及未利用地空间分布较为集中,且距离聚落景观较远,因此与聚落景观空间邻接程度较低。

表 1 聚落景观与其它景观斑块的空间邻接特征				
景观类型	邻接数 目/个	邻接数目 百分比/%	邻接 长度/m	邻接长度 百分比/%
耕地	886	31.95	471668.00	23.49
淡水水域及湿地	1575	56.80	1284181.46	63.95
林地	184	6.64	53316.87	2.66
交通用地	110	3.97	119719.95	5.96
盐田	4	0.14	51657.93	2.57
沿海滩涂	6	0.22	15093.95	0.75
港口码头	8	0.29	12424.48	0.62
未利用地	0	0	0	0

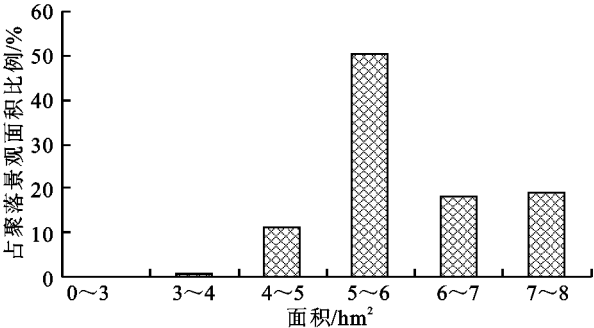


图 1 聚落景观面积范围分布

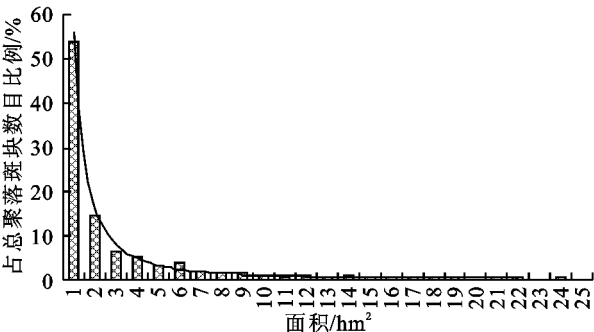


图 2 聚落景观斑块数目分布

3.3 土地利用景观类型随粒度空间变化特征

依据曹妃甸新区 2009 年土地利用景观现状分析得出,研究区土地利用景观交通用地、未利用地和林地面积较少;居民点及工矿用地面积比例位列第五位,说明曹妃甸新区人类活动对土地干扰较小,而盐田、沿海滩涂、淡水水域及湿地、耕地位列面积比例前四位,则说明研究区作为沿海城市,具有水域景观、农业资源丰富的特点。

随着空间粒度的增加,曹妃甸新区行政区外围边界简化,景观总面积有所减少。如图 3 所示,基于 RMA 和 RCC 原则的土地利用景观类型面积变化增减不一,淡水水域及湿地随粒度增加面积呈下降趋势,耕地面积随粒度增加呈上升趋势,其他景观类型面积随粒度变化上下波动。各个土地利用景观类型面积变化幅度 $RMA>RCC$,基于 RMA 原则的景观类型面积变化较大,随着空间粒度的增加,交通用地周围大斑块的景观类型逐渐将其融入吸收,当达到 1 000 m 粒度时,面积变为零。

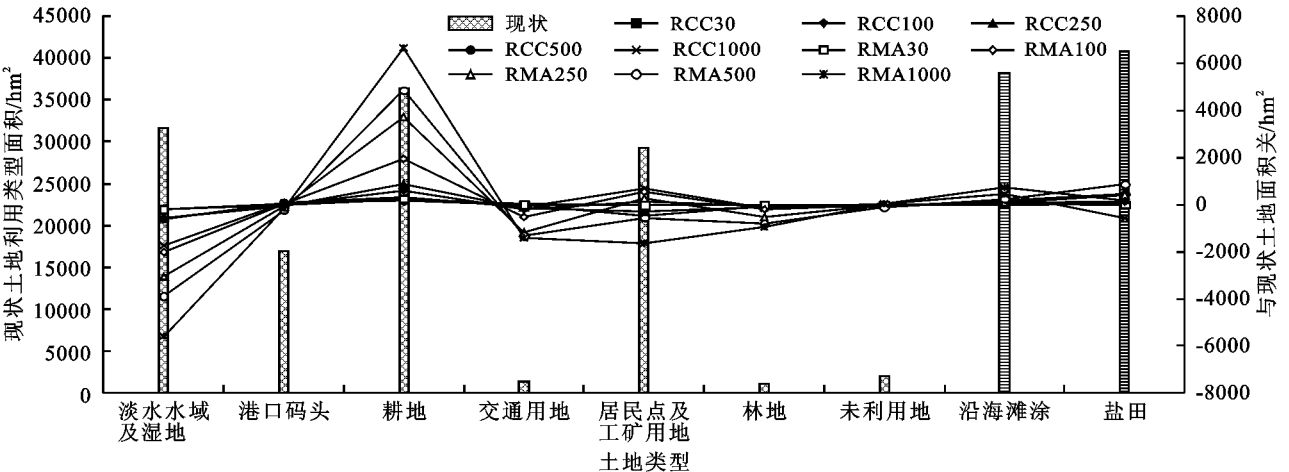


图 3 基于 RMA 与 RCC 原则的曹妃甸新区多空间粒度下土地利用景观类型面积变化及与现状面积差

3.4 聚落景观与其它景观类型空间粒度转换特征

落景观外围边界进一步简化。如图 4 所示,空间粒度为 30 m 时,在 RMA 和 RCC 原则下,聚落景观面积分别增加了 3.55%和 3.70%,且没有表现出较大差异,随着空间粒度的增加,差异将逐渐变大。在空间

3.4.1 空间粒度转换聚落景观面积精度损益 通过曹妃甸新区聚落景观随空间粒度变化计算其面积损益,借助 ArcGIS 平台对现状图进行栅格转化,使聚

粒度 100~500 m 时,面积增加比重 $RMA>RCC$,这是由于在前文研究中,曹妃甸新区聚落景观斑块数量主要集中在 1~25 hm^2 ,因此 RMA 比 RCC 在栅格转换时斑块粗化较小。当空间粒度达到 1 000 m 时,RCC 转换原则下大斑块将周围小斑块吸收,RMA 原则下以栅格中面积最大为输出值,导致聚落景观面积增加幅度减小 $RCC>RMA$ 。

3.4.2 聚落景观与其它景观类型流转特征 通过设置 ArcGIS 环境变量再将 5 种空间粒度下的 10 幅景观栅格图转换为相对应的矢量图,与土地利用矢量现状图作叠置分析,获取在不同空间粒度的基于 RMA 和 RCC 原则景观类型数据与现状数据之间的空间流转关系。如图 5,6 所示,当空间粒度为 30 m 时,RMA 和 RCC 原则下曹妃甸新区聚落景观主要流向

淡水水域及湿地,分别为 1.11%和 1.08%,其次为耕地。除未利用地外,其它景观类型均与聚落景观进行流转,这是由于未利用地与聚落景观空间不具有空间邻接关系,致使与聚落景观流转为零。

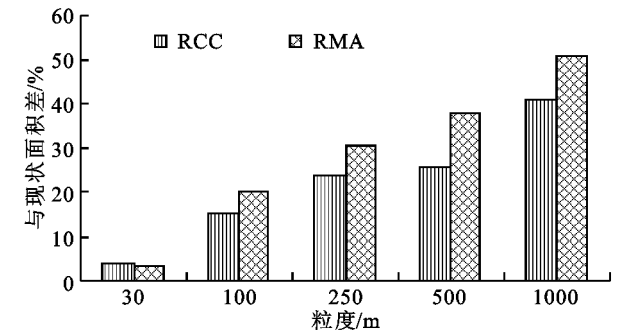


图 4 基于 RMA 与 RCC 原则的曹妃甸新区多空间粒度下土地利用景观类型面积精度损益

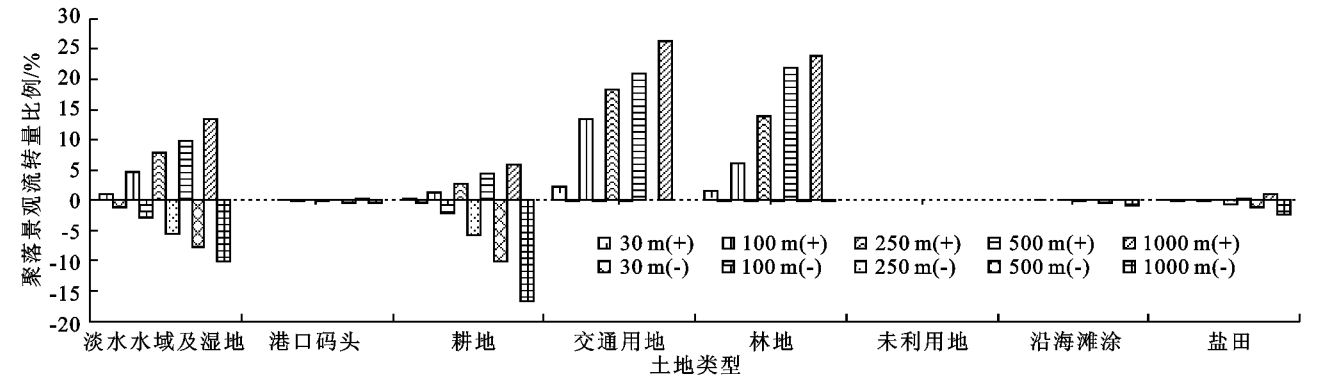


图 5 基于 RMA 原则的曹妃甸新区粒度变化聚落景观流转比重

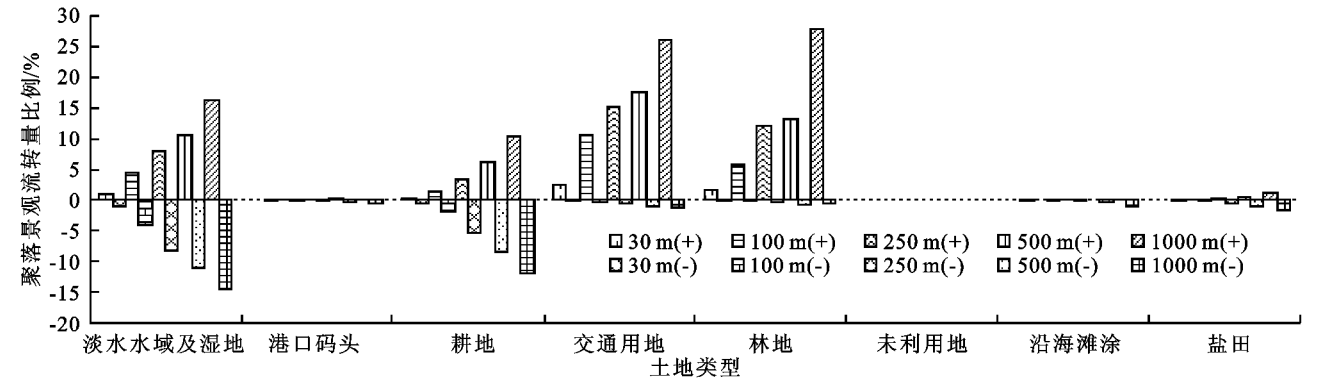


图 6 基于 RCC 原则的曹妃甸新区粒度变化聚落景观流转比重

当空间粒度为 100 m 时,聚落景观流转方向与 30 m 粒度时大致相同,基于 RMA 原则的聚落景观流入交通用地、林地和耕地较其流入聚落景观多,这与淡水水域及湿地与聚落景观流转相反,其它地类流入流出变化不大。基于 RCC 原则,除交通用地和林地外,其它地类流入流出基本持平;在空间粒度 250~500 m 时,聚落景观同其它景观类型流转情况与 100 m 粒度基本相同,但在 RMA 和 RCC 原则下交通用地和林地流入聚落景观比例远大于聚落景观流入,且在 RMA 原则下聚落景观流入耕地比耕地流入聚落景观较多的趋势进一步凸显。当空间粒度为 1 000 m 时,交通用

地、林地以及耕地流入聚落景观更为显著。

综上所述,基于 RMA 原则突出整体分布规律,在粒度较小时,聚落景观流入流出基本持平,随粒度增加聚落景观流入耕地比耕地流入聚落景观较多的趋势进一步凸显。基于 RCC 原则下,除林地和交通用地外,主要流向以及流入流出量基本不变。随着空间粒度的不断增大,基于 RMA 和 RCC 原则,在较小空间粒度下聚落景观与其它景观类型流转量较低,且在与其它景观类型流转时,与聚落景观类型空间邻接程度高的景观类型流转量大。当空间粒度增大到一定程度且超过交通用地和部分林地面积,流入聚落景

观量与聚落景观流入交通用地和林地的差异逐渐增大。曹妃甸新区中耕地和淡水水域及湿地与聚落景观空间邻接程度高,且分布较广,部分面积较小的聚落斑块位于其中,因此随空间粒度增加,聚落景观主要流入耕地和淡水水域及湿地。

4 景观格局随粒度空间变化特征

4.1 景观水平景观格局分析

景观水平景观格局指数如图 7 所示,随空间粒度变化 RCC 原则下,曹妃甸新区香浓多样性指数、香农均匀度指数和景观丰富度基本保持不变,说明研究区的土地利用景观类型数目和各个景观类型面积所占总面积百分比不变;在 RMA 原则下,香浓多样性指数呈下降趋势,香农均匀性指数下降后上升,表明在此原则下研究区的景观组成不均匀。结合景观丰富度可以看出,由于 RMA 原则下土地利用景观类型在 1 000 m 时,研究区景观类型减少,故香农均匀度指数下降后上升。

4.2 斑块类型景观格局分析

随空间粒度的变化,曹妃甸新区聚落景观斑块数量和斑块密度在 RMA 和 RCC 原则下均逐渐减少,且 $RCC > RMA$ 。这是由于 RMA 原则下聚落景观面积较小的斑块被面积较大的斑块吸收,使得斑块数目减少,斑块密度降低,聚落景观破碎化程度和景观异质性降低;而 RCC 原则下聚落景观斑块中心点属性保持不变,斑块属性输出值则不变,导致斑块数量和斑块密度较 RMA 多,景观破碎程度以及景观异质性高。最大斑块指数是一种简单的优势度衡量方法。随粒度增加,交通用地、部分林地等面积较小斑块逐渐被聚落景观较大斑块融入,使得聚落景观的斑块连片程度以及优势度提升。在 RCC 原则下,粒度 500 m 的最大斑块指数较粒度 1 000 m 大,反映了 RCC 原则栅格转换的随机性。

斑块聚集度反映景观组分的空间配置。从空间粒度变化趋势分析,聚落景观聚集度下降 $RMA > RCC$,说明聚落景观斑块间分布 RMA 较 RCC 分散。面积加权平均斑块分维数是反映景观格局特征的重要指标。随粒度增加 RMA 和 RCC 原则下分维数呈先上升后下降趋势,当分维数上升时表明聚落景观斑块形状正在变得复杂且不规则,与聚落景观空间邻接程度较高的交通用地和林地等地类被分割,且部分面积较小斑块镶嵌其中,使得面积加权平均斑块分维数上升;当粒度变化超过一定程度时,镶嵌于聚落景观中面积较小斑块消失,因此分维指数下降。

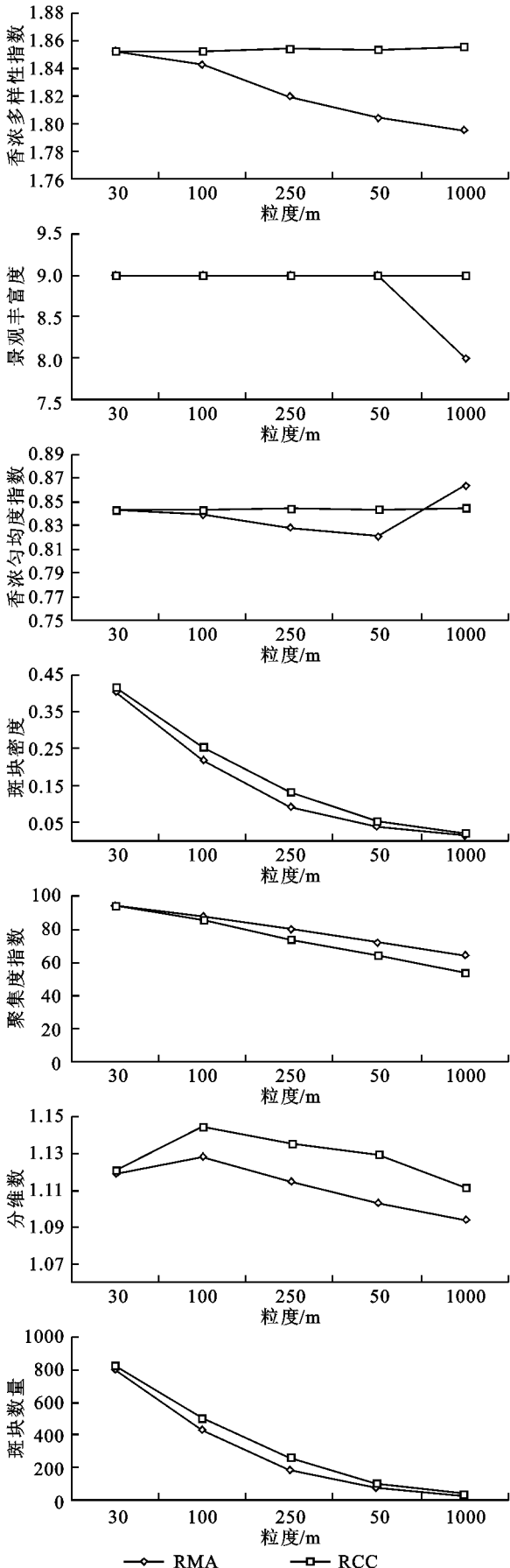


图 7 基于 RMA 和 RCC 原则的曹妃甸新区
粒度变化聚落景观格局指数

5 结论与讨论

(1) 土地利用景观类型数据具有尺度依赖性。在 RMA 和 RCC 原则下进行转换,土地利用景观类型相互流转,且流转量随粒度的变化而增大。在面积最大值法转换时各个土地利用景观类型与现状面积误差较中心属性值法大,并且交通用地在空间粒度 1 000 m 时消失,而利用中心属性值法转换时不消失,体现了其随机性。

(2) 聚落景观格局在空间粒度转换时受到斑块空间邻接程度和面积结构的影响。基于 RMA 原则,在较小粒度下与聚落景观空间邻接程度高的景观类型,相互流转量高;同时在 100~500 m 粒度时聚落景观差异较大,且在 25 hm² 以内聚落景观斑块数量占总聚落斑块的 97.72%。

(3) 景观格局指数具有粒度效应,且因空间粒度变化导致的聚落景观格局变化,表明 RMA 原则突出整体分布规律,RCC 原则体现聚落景观的空间分布特性。随空间粒度的增加,曹妃甸新区聚落景观斑块数量、斑块密度以及聚集度指数下降,面积加权平均斑块分维数上升,最大斑块指数先上升后下降,说明聚落景观破碎度和异质性降低,但斑块较为分散,部分景观斑块被分割镶嵌于聚落景观中,随着粒度增加消失,小斑块逐渐被聚落景观较大斑块融入,使得聚落景观的斑块连片程度以及优势度提升。

本文将居民点及工矿用地作为聚落景观,借助 ArcGIS 平台和 Fragstats 软件,设定不同空间粒度,以 RMA(面积最大值法)和 RCC(中心属性值法)为原则进行转换,分析聚落景观与其他景观之间流转关系,并通过计算聚落景观格局指数,探讨聚落景观分布格局空间粒度转换以及机理分析。但对于在实际生活中如何注意空间粒度不同所带来的影响以及如何应用,将是下一步研究的重点。

参考文献:

- [1] 李孝坤,李忠峰,冯敏.重庆三峡库区乡村聚落空间分布探析[J].水土保持研究,2013,20(4):242-247.
- [2] 张娜.生态学中的尺度问题:内涵与分析方法[J].生态学报,2006,26(7):2340-2355.
- [3] Withers M A, Meentemeyer V. Concepts of scale in land-

scape ecology[M]//Jeffrey M K, Robert H G. Landscape Ecological Analysis. New York: Springer,1999.

- [4] 江明喜,邬建国,金义兴.景观生态学原理在保护生物学中的应用[J].武汉植物学研究,1998,16(3):273-279.
- [5] Zhao W W, Bojie F, Cheng L D, et al. Some fundamental issues in Scaling[J]. Advance in Earth Sciences, 2002 17(6):905-911.
- [6] 崔步礼,常学礼,左登华,等.沙地景观中矢量数据栅格化方法及尺度效应[J].生态学报,2009,29(5):2463-2472.
- [7] 申卫军,邬建国,林永标,等.空间粒度变化对景观格局分析的影响[J].生态学报,2003,23(12):2506-2519.
- [8] 冀亚哲,张小林,吴江国,等.聚落景观格局的空间粒度转换响应及其机理分析:以江苏省镇江地区为例[J].长江流域资源与环境,2013,22(3):322-330.
- [9] 周伟,钟星,袁春.1:10000 比例尺土地利用景观指数的粒度效应分析[J].中国土地科学,2010,24(11):20-26.
- [10] 孟陈,李俊祥,朱颖,等.粒度变化对上海市景观格局分析的影响[J].生态学杂志,2007,26(7):1138-1142.
- [11] 杨丽,甄霖,谢高地,等.泾河流域景观指数的粒度效应分析[J].资源科学,2007,29(2):183-187.
- [12] 王新明,王长耀,占玉林,等.大尺度景观结构指数的因子分析[J].地理与地理信息科学,2006,22(1):17-21.
- [13] 李红波,张小林,吴江国,等.欠发达地区聚落景观空间分布特征及其影响因子分析:以安徽省宿州地区为例[J].地理科学,2012,32(6):711-716.
- [14] 谭雪兰,段建南,包春红,等.基于 GIS 的麻阳县农村居民点空间布局优化研究[J].水土保持研究,2010,17(6):178-180.
- [15] 王勇,李广斌.苏南乡村聚落功能三次转型及其空间形态重构以苏州为例[J].城市规划,2011,35(7):54-60.
- [16] 陈文波,肖笃宁,李秀珍.景观指数分类、应用及构建研究[J].应用生态学报,2002,13(1):121-125.
- [17] 雷清,苏维词.西南(岩溶)山区乡村聚落景观优化研究:以安顺市为例[J].水土保持研究,2008,15(3):251-254.
- [18] 周秋文,苏维词,张婕,等.农村聚落生态系统健康评价初探[J].水土保持研究,2009,16(5):121-126.
- [19] 郑建蕊,蒋卫国,周廷刚,等.洞庭湖区湿地景观指数选取与格局分析[J].长江流域资源与环境,2010,19(3):305-310.
- [20] 布仁仓,胡远满,常禹,等.景观指数之间的相关分析[J].生态学报,2005,25(10):2764-2775.
- [21] 冯湘兰.景观格局指数相关性粒度效应研究[D].长沙:中南林业科技大学,2010.